

数量化法による森林蓄積調査工程の変動要因分析

I. プロット設定作業

岩 神 正 朗・坂 本 格

(農学部森林計測学研究室)

The Factorial Analysis on the Variation of the Progress of Forest Inventory Works by Quantification Method

I. Plot Establishment Work

Seiro IWAGAMI and Tadashi SAKAMOTO

Laboratory of Forest Bio- and Econo-metrics, Faculty of Agriculture

Abstract : For the purpose of studying of the extent of the influence of physical and anthropic factors to plot establishment works, we have attempted analysis of them by the quantification method.

The cruised stand is natural hard wood forest of 454.9 hectare in Mt. Sanpo area, Miyazaki district of Kyushu University Forest. Data used were obtained by measuring the factors within plot and the time spent of plot establishment works in systematic sampling cruise. Sampling plots were 55 plots, in which 33 plots were used to analysis, with 0.04 hectare in square and circular plots (SP and CP) and at intervals of 290 meter. (Fig. 1) This survey was practised by a four-men crew.

The results of this survey are shown in Table 2 and 3. We have selected the items of seven factors for the factorial analysis by quantification method. And the results of this analysis are as follows. (Table 4, 5 and 6)

1. The intensity of influence of these factors to the progress of the works were recognized in order of X_6 , X_3 , X_4 , X_1 , X_7 , X_2 , and X_5 , but X_2 and X_5 were no significant.
2. It should be noticed that CP method increase efficiency more than SP one.
3. The mutiple correlation coefficient was 0.788, or low value, but we shall be able to increase this, owing to take the large number of plots. And then the estimate of progress by quantification will be better.

緒 言

わたくしたちが、複雑な地形、林況の森林を対象として、森林蓄積調査を実施する以上、工程はその自然環境要因の違いにより大きく変ることは想像にかたくない。また、それに加えて、人為的要因——例えば、調査方法、測定器具、人員配置、員数、測定者の経験、能力、調査時期、測定者の作業意欲などが考えられる——の異なることにより工程はさらに変動する。

これらの検討づけは既報¹⁾で行ない予備知識を得た。今回はこの自然のおよび人為的要因の調査工程(特にプロット設定作業工程)の程度を知るため林の数量化理論²⁾の応用を試みた。今までに、こういった観点から調査工程を究明したものではなく、ただ、木梨³⁾はプロット面積と調査工程との関係づけをおこない、また大隅⁴⁾は調査法のちがいによる林分材積調査工程を Snap-reading 法により時間分析しているにとどまる。

調査は、1968年8月に、九州大学農学部付属宮崎地方演習林において第2次編成経営案の修正のための森林調査が行なわれるに先だって、この計画を組み込ませていただき実施されたものである。

なお、調査をすすめるに当り、この調査計画を快くお引受けいただき、更に過分の御指導、御援助を賜った当時の九州大学演習林長塩谷勉教授、調査の計画から論文のとりまとめに至るまで終始御懇篤な御指導を賜った九州大学木梨謙吉教授、また現地まではせ参じ有益な御助言を賜った宮崎大学農学部飯塚寛助教授に対し記して深甚の謝意を表します。また調査の実施期間中、猛暑にも拘らず調査に積極的に参加し御協力していただいた現地の宮崎地方演習林長汰木助教授はじめ職員の皆様、演習林本部の文部技官垣内、森田両氏、九州大学農学部大学院生および高知大学農学部の学生の各位に対しその御労苦に対し深甚の謝意を表します。

この研究の一部は、日本林学会九州支部大会（1968）において発表した。

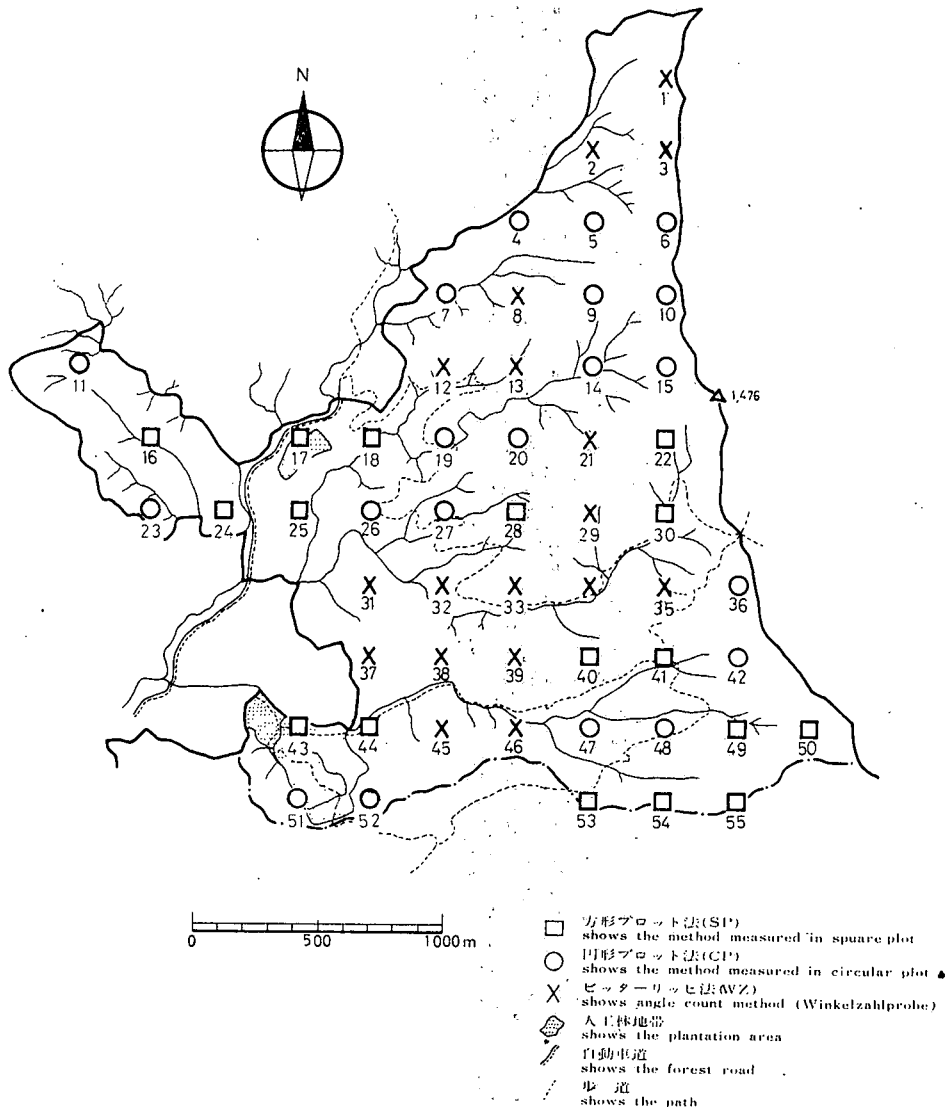


図-1 標本プロット位置図

Fig. 1. Map of a systematic line plot cruise.

調査地の概況

今回行なった調査地域は、九州中部の熊本県に接する宮崎県側に位置し、南北に連なる山脈の西側の三方岳団地の内の、33~37林班で、その面積454.9haである。標高約800~1370mにわたり、平均傾斜約30°という非常に急峻な地形である。林況は温帯下部のブナ、カエデ類、サクラ、ミヅメ、ミヅナラ、ミヅキ、ヒメシャラなどの落葉広葉樹を主体とした天然林で、下層植生は、ほとんど調査地全域にスズタケの繁茂がおびただしく、その高さは2~3mにも達し、このため材積調査が非常にやりにくかった。しかも調査地は、演習林事務所より約5kmの距離にあり、林道(自動車道)は35林班の入口までしか通じてなく、林内には、歩道が第1図に示す程度しかない奥地林特有の地勢であり、一般に調査能率の悪い調査地である。

林分材積調査の方法

Sampling 方式 木梨³⁾によれば、工程、誤差を考慮すると複雑な方式が必ずしもよい結果をあげるとは限らないので、簡単でしっかりした方法が好ましいとして、Systematic line-plot 法を選んでいる。そこで私達もこの Systematic line-plot 方式を選定した。

プロットを抽出するにあたり、プロットサイズを0.04ha、林分変異係数40%とし、材積の抽出誤差率を10%におさえることにして、次式で計算した。

$$n \geq \frac{4c^2A}{e^2A + 4ac^2} \dots\dots\dots(1)$$

n : 標本抽出個数 A : 調査対象面積 a : 標本単位面積 e : 誤差率 c : 林分変異係数

$$\frac{4 \times (40)^2 \times 454.9}{(10)^2 \times 454.9 + 4 \times 0.04 \times (40)^2} = 64$$

その結果64個になったが、予備調査の結果、計画の期間内での完了が無理と思われたので、抽出誤差率が10%を若干上廻るけれど、日程の関係で、55プロットを第1図のごとくデザインした。なおプロット抽出間隔は290mとなった。

調査方法 既に述べたごとく、今回の調査の目的である調査法の違いにより作業工程にどの程度の影響を与えるかをみるために、調査器具の組み合わせも織り混ぜて、次の2つの方法を取り入れた。

1) 方形プロット法 (以下 SP 法という)

標本中心点決定には、コンパスと巻尺を用いて行ない、その中心点より20×20mの方形の対角線28.28mをコンパスで視準し、巻尺で測距し方形プロットを設定した。プロット内の樹木測定は、胸高直径10cm以上の木について、2cm括約の輪尺を用いて直径測定を行ない、樹高測定は10本に1本の割合でアルティレベルを用いた。

2) 円形プロット法 (以下 CP 法という)

航空写真により目標点をつかみ、SP法と同じ方法で標本中心点を決定する。円形プロット400m²(半径11.28m)を巻尺で設定し、樹木測定は、樹高測定器具にブルーメライスをを用いるほかはSP法と全く同じとする。

なお、各調査法とも、調査木すべてについて、樹種、目測樹高、用途区分^{註1)}もあわせて測定調査するものとする。

註1) 今回の調査では次の三つの用途区分を行なった。

- 1) 用材 用材向きの樹種で胸高直径24cm以上、しかも通直材の採材可能なもの。
- 2) 抗木材 胸高直径10cmより20cmまでの幹の通直なもの。
- 3) パルプ材 胸高直径10cm以上でその他のもの。

表-1. 調査実行表

Table 1. Table carried out our plan in field work

月 日 Date	第 1 班 Party 1	第 2 班 Party 2	第 3 班 Party 3	測定プロット合計 Sum of taking plots
22 Aug.	CP 11, 23	WZ 31, 32	SP 25, 17*	5.5
23 Aug.	SP 24, 16	CP 26, 27	WZ 37, 18, 39	7
24 Aug.	WZ 1, 2, 3	SP 28	CP 4, 7	6
25 Aug.	CP 6, 5	WZ 12, 8	SP 17*, 18	5.5
26 Aug.	SP 43, 44	CP 51, 52	WZ 45, 46	6
27 Aug.	WZ 35	SP 41, 40	CP 47, 48	5
28 Aug.	Put off the survey owing to the rain.			—
29 Aug.	CP 42, 36	WZ 13	SP 22, 30	5
30 Aug.	SP 49, 50, 53, 54, 55	CP 9, 10, 14, 15, 19, 20	WZ 21, 29, 33, 34	15
合 計 Total	19	18	18	55

* プロットの中途までか、あるいはその残りを調査したもの。

* show the plot that stopped working halfway or that started again the remaining work.

調査班は3班とし、各班とも測定者4名、伐開人夫1名で実施する。調査の実行は、各調査法を表-1に示すごとく、各班に3回反復するよう割り当て、各班のその日の調査の進捗をみて翌日のプロットを決めていった。調査工程の測定は、標本中心点決定、プロット設定、プロット内樹木測定の各要素作業ごとにストップウォッチにより時間測定を行なった。

今回の調査で上記2方法のほかに、ビッターリッヒ法も含めて調査したものであるが、プロット設定作業をとり出すことは不可能であるので、同法を含めた数量化による分析はできない。したがって同法の説明は省略した。

数 量 化 の 方 法

数量化の概念ないし理論についてはすでに詳細に述べられている^{2,6)}ので省略し、ここではその理論にしたがって考究してゆくことにする。なおここで取り扱う数量化は外的基準が数量で与えられている場合である。

各要因の項目とカテゴリーの分類 前節で述べた方法により調査測定した資料をもとに、外的基準(Y)をプロット設定作業に要した時間(単位、分)とし、とり上げた項目は調査計画者がコントロールできる要因として、作業方法、班、調査日、自然環境要因として、下層植生の量、傾斜、立木本数、地形である。各項目のカテゴリーは第5表に示したように分類した。このうち下層植生量については、量の多少を数量的に測定して分類したものでなく測定者の直感によった。傾斜はプロット内の4方位の平均傾斜とした。

要 因 の 数 量 化

一般に従属変数 Y に対する説明変数 ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_M$) がすべて数量のかたちで表わ

された場合、線型モデルとして多重回帰分析をよく利用する。しかし、この応用例のごとき質的属性で記述された変量があれば利用できないし、たとえ数量で記述されたとしても、すぐナマのデータを統計的に処理できない場合もある。従って、ここでは数量はこちらから与えるものであるが、その与え方として何らかの規準が必要である。それには Y の予測において起る誤差を最小限にするように決めることである。

われわれとしては、第3表に示す反応パターンから Y をもっとも能率よく予測できるように項目のカテゴリーに数量 x_{jk} (i 項目, k カテゴリー) を与えればよい。それには次の x_{im} を未知数とする連立方程式を解けばよい。

$$x_{im} n_{im} + \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^{r_j} x_{jk} f_{im}(j, k) = \sum_{i=1}^n Y_i \delta_i(l, m) \dots \dots \dots (2)$$

($l=1, 2, \dots, M$ $m=1, 2, \dots, r_M$)

x_{im} : l 項目 m カテゴリーに与えるべき数量

n_{im} : n 個のプロットのうち、 l 項目 m カテゴリーにチェックされた数

$\Sigma_1 \Sigma_2$: 同時に $j=l, k=m$ となる場合を除いた和

$f_{im}(j, k)$: l 項目 m カテゴリーにチェックされたもののうちで、さらに j 項目 k カテゴリーにチェックされた数

Y_i : i 番目のプロットの外的基準

$\delta_i(l, m)$: i なるプロットが l 項目 m カテゴリーでチェックされたとき 1, そうでないとき 0 をとる値

式のそれぞれの係数は第4表に示したクロス表を作成して定め、上記連立方程式 (16元) ^{註2)} を解くことにより各項目のカテゴリーに与えるべき数量 x_{jk} が求まる。

このようにして得られた数量 x_{jk} を用いて、反応パターン表より各標本ごとの得点 α_i を計算し、これと実測値 Y_i との線型性の程度をみるために、相関係数 ρ を計算すればよい。

さらに、外的基準および各因子相互内の内部相関行列を計算し、これをもとに重相関係数および偏相関係数が求められる。

$$\text{重相関係数 } \rho_{v:1,2,\dots,M} = \sqrt{1 - \frac{R}{R_{vv}}} \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{偏相関係数 } \rho_{v,i:1,2,\dots,M} = - \frac{R_{vi}}{\sqrt{R_{vv} \cdot R_{ii}}}$$

この重相関係数は、推定の精度を表わし、偏相関係数は各要因が外的基準に対してどの程度のきき方を示すかの尺度である。

結 果

林分材積調査工程の結果 調査工程を要素作業別、および調査法別にそれぞれの所要時間をプロット当たり平均値で比較したのが表-2である。これによると要素作業別では、標本中心点決定に平均で56.90分と最も多くの時間を要し、次いで毎木調査の平均15.58分、プロット設定の平均8.70分となっている。これを全体の時間に対する割合でみると、70%、12%、11%となっており、いかに標本中心決定に多くの時間がかかったかがわかる。また標本中心点決定作業では調査法のうち、SP法に一番多くの時間を要している。プロット設定作業、毎木調査作業ではともに調査法の違いによる

註2) この連立方程式は22元であるが、これは全体の寸法 α をきめるだけであり、条件として $\bar{\alpha} = \bar{Y}$ があるから他に $M-1$ 個の条件を加えて解いても同じである。即ち、この場合 $7-1$ 個に $X_{j1}=0$ ($j=2, 3, \dots, M$) として16元にして解けばよい。

表-2. 作業方法による要素作業別時間測定結果

Table 2. Results of the time measurement in each works and each survey methods

	標本中心点決定 Survey of line			プロット設定 Plot establishment			毎木測定 Every tree measurement		
	平均時間(分) Average time (min.)	SD	CV %	平均時間(分) Average time (min.)	SD	CV %	平均時間(分) Average time (min.)	SD	CV %
SP	127.6	28.7	22.5	9.7	7.4	76.4	13.3	5.1	38.8
CP	27.7	10.6	38.3	7.9	6.0	75.3	15.6	6.8	43.5
WZ	29.3	14.7	50.1	—	—	—	17.8	4.9	27.6
総平均 Total mean	56.9			8.7			15.6		

差はみられない。調査法別では SP 法が他の方法より3倍の時間を要した結果になっている。これらの結果はすべて平均値の比較で行なったが、個々の値は実際はこの表の変異係数をみてもわかるように、それぞれの条件が異なるので大きな変動をもっている。したがって、これらの結果から直接うんぬんすることはできない。しかし大まかな傾向は掴むことはできる。各要因との相互関連づけで分析するためには次に述べる数量化法によらなければならない。

数量化による結果

まず、数量化による結果ではないが、第3表の反応パターン表から、外的基準のプロット設定作業工程は1.0分から26.9分まで非常に大きなバラツキがあることがわかる。そして7つの因子のそれぞれのカテゴリーにほぼ一様に反応している。X₃ (平均傾斜) と X₇ (地表の凹凸) に若干かたよりがあるが、さらにこの問題は、第4表のクロス表にあらわれてくる。例えば、X₂ の第1カテゴリーに反応し、さらに X₃ の第1カテゴリーに反応した標本は0である。このような反応しない個所が多くでることは、推定精度を悪くする原因にもなる。このことは標本の採取とカテゴリーの分類のときに配慮しなければならない問題である。なおこの表で標本数が33個になっているが、これは WZ 法ではプロット設定を含まないため資料に加えることはできないためである。

さて、前述したごとく、クロス表より16元の連立方程式を解くことにより、それぞれのアイテムのカテゴリーに数量(スコア)を与えたのが第5表におけるスコアである。ここで X₂ から X₇ までの最後のカテゴリーのスコアがすべて0となっているのは註2で述べた理由からである。このスコアは、例えばある標本では第1項目 X₁ では第1カテゴリーに反応し、X₂ 以下 X₇ までは、それぞれの項目の最後のカテゴリーに反応したとすると、 $\alpha = 16.1495 + 0 + \dots + 0 = 16.1495$ 分が推定されるという意味である。この数値をこのような意味に理解すれば、大きい値は小さい値より調査工程へよりプラスの働きをしていることであり、また要因内のスコアに大きなレンジがあればあるほど、外的基準 Y に及ぼす影響は高いことが肯認されるであろう。レンジは第5表の右から2列目に計算されているが、これによると工程への影響度は、X₆ (調査日)、X₃ (傾斜)、X₄ (立木本数)、測定法 (X₁) といった順序になっている。順位は、偏相関係数の順位であるが、レンジよりみた順位と上位は全く同じであり、レンジによる工程への影響度の判定も有効である。なお偏相関係数については次式で t 検定を行なった。

仮設 $H_0: \rho_{12 \cdot 34 \dots k} = 0$ とし

$$t_0 = |r_{12 \cdot 34 \dots k}| \sqrt{\frac{n-k}{1-r^2_{12 \cdot 34 \dots k}}} \dots \dots \dots (5)$$

但し, t の自由度 $n-k$ (n : 標本数, k : 変数の数) である。

その結果, X_6, X_3, X_4, X_1, X_7 は, 1~5%の有意水準で仮説を棄却した。従ってこれらの要因は統計的には, プロット設定の作業工程に影響を及ぼしているといえる。

表-3. 反応パターン表

Table 3. Reaction pattern table

No.	プロット番 Plot No.	外的基準 (分) Outsider Y(min.)	X ₁		X ₂				X ₃				X ₄			X ₅			X ₆			X ₇				
			1	2	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	23	12.0	○		○					○				○			○			○				○		
2	11	5.0	○		○					○				○			○			○				○		
3	24	20.7	○		○							○		○			○			○				○		
4	16	16.8	○			○				○				○			○			○				○		
5	5	2.2		○		○						○		○			○				○				○	
6	6	3.0		○		○						○		○			○				○				○	
7	43	5.0	○		○							○		○			○				○				○	
8	36	4.5		○		○				○				○			○				○				○	
9	49	7.0	○			○				○				○			○				○				○	
10	50	3.0	○			○				○				○			○				○				○	
11	54	5.0	○			○				○				○			○				○				○	
12	26	15.8		○		○						○				○				○					○	
13	27	11.9	○			○				○				○			○				○				○	
14	28	26.9	○				○					○		○			○				○				○	
15	51	25.3		○				○				○		○			○				○				○	
16	52	11.1		○		○						○		○			○				○				○	
17	41	15.9	○			○				○				○			○				○				○	
18	40	5.0	○				○			○				○			○				○				○	
19	19	14.6		○		○						○		○			○				○				○	
20	20	4.2		○				○				○		○			○				○				○	
21	14	3.0	○			○						○		○			○				○				○	
22	15	1.0		○		○						○		○			○				○				○	
23	25	11.0	○				○			○				○			○				○				○	
24	4	7.0		○			○					○		○			○				○				○	
25	7	6.8		○			○					○		○			○				○				○	
26	17	7.0	○					○				○		○			○				○				○	
27	18	4.0	○				○			○				○			○				○				○	
28	47	3.5		○								○		○			○				○				○	
29	48	6.0	○				○			○				○			○				○				○	
30	30	4.5	○					○				○		○			○				○				○	
31	22	4.5	○				○					○		○			○				○				○	
32	10	8.0		○				○				○		○			○				○				○	
33	9	6.0		○				○				○		○			○				○				○	
合計 Total		287.2	14	19	12	7	9	5	3	9	12	9	15	12	6	11	11	11	10	11	12	23	6	4		

表-4. クロスタブル
Table 4. Cross table

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇		反応した作業工程の計 Sum of the progress of work
	1 2	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3		
X ₁	14 19	5 2 4 3 7 5 5 2	2 2 6 4 1 7 6 5	8 4 2 7 8 4	6 3 5 5 8 6	4 5 5 6 6 7	11 2 1 12 4 3	X _{1.1} X _{1.2}	136.3 150.9
X ₂	12 7 9 5	0 3 5 4 1 1 4 1 0 3 3 3 2 2 0 1	5 5 2 3 3 1 4 4 1 3 0 2	7 4 1 4 3 0 0 2 7 0 2 3	3 4 5 3 2 2 4 2 3 0 3 2	9 3 0 2 2 3 7 1 1 5 0 0	X _{2.1} X _{2.2} X _{2.3} X _{2.4}	91.7 69.3 81.2 45.0	
X ₃	3 9 12 9		2 1 0 5 2 2 5 7 0 3 2 4	0 1 2 4 2 3 5 5 2 2 3 4	1 2 0 2 3 4 2 4 6 5 2 2	2 0 1 7 2 0 10 1 1 4 3 2	X _{3.1} X _{3.2} X _{3.3} X _{3.4}	22.9 77.3 82.2 104.8	
X ₄	15 12 6			7 1 7 3 5 4 1 5 0	3 5 7 5 4 3 2 2 2	10 5 0 10 0 2 3 1 2	X _{4.1} X _{4.2} X _{4.3}	97.0 98.4 91.8	
X ₅	11 11 11				4 3 4 3 4 4 3 4 4	7 4 0 6 1 4 10 1 0	X _{5.1} X _{5.2} X _{5.3}	84.2 134.7 68.3	
X ₆	10 11 12				4 3 3 8 2 1 11 1 0	X _{6.1} X _{6.2} X _{6.3}	133.9 88.0 65.3		
X ₇	23 6 4					X _{7.1} X _{7.2} X _{7.3}	157.4 64.1 65.7		

表-5. 要因群スコア
Table 5. Score of factors

項 目	カテゴリー	反応個数	スコア	偏相関係数	レンジ	順位
Item of factors	Category of factors	Frequency	Score of factors	Partial correlation coefficient	Range	Rank
作業方法 Survey method (X ₁)	① SP	14	16.1495	0.5070**	4.4912	4
	② CP	19	11.6583			
下層植生量 Quantity of the underplant (X ₂)	① A little	12	-1.5135	0.2735	2.5480	6
	② Medium	7	-1.4433			
	③ Much	9	-2.5480			
	④ Very much	5	0			
傾 斜 Inclination (X ₃)	① Less than 18°	3	-2.8816	0.5927**	6.2770	2
	② 18°~28°	9	3.3954			
	③ 28°~38°	12	1.7788			
	④ More than 38°	9	0			
立木本数 No. of measured trees (X ₄)	① ~20	15	-5.5725	0.5445**	5.5725	3
	② 21~40	12	-4.9966			
	③ 41~	6	0			
班 Team (X ₅)	① Party 1	11	-2.4545	0.0403	4.3975	7
	② Party 2	11	1.9430			
	③ Party 3	11	0			
調査日 Investigated days (X ₆)	① 1st~3rd day	10	7.5772	0.6041**	7.5772	1
	② 4th~6th day	11	2.0457			
	③ 7th and 8th day	12	0			
地表の状況 Land feature (X ₇)	① Flat	23	-4.2197	0.4527*	4.2197	5
	② Concave	6	-0.7521			
	③ Convex	4	0			
重相関係数 Multiple correlation coefficient			0.7882			

表-6. 内部相関行列
Table 6. Inner correlation matrix

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	Y
X ₁	1.0000	0.0824	-0.2234	-0.1084	-0.2218	-0.0224	-0.1699	0.1366
X ₂		1.0000	-0.2560	0.1974	0.0287	-0.2490	-0.1119	-0.0005
X ₃			1.0000	-0.0451	-0.2114	-0.2563	-0.2317	0.1340
X ₄				1.0000	0.3967	0.0634	0.2113	0.4906
X ₅					1.0000	-0.0675	0.1150	0.0158
X ₆						1.0000	0.4707	0.5031
X ₇							1.0000	0.4594
Y								1.0000

表-6の内部相関をみると、各要因間の相関は低い値を示し、取り上げた要因では交互作用の問題もないようである。Yとの単純相関ではX₆、X₄、X₇が0.45~0.5の値を示しているがあまり高い相関ではない。

考 察

この研究では、林分材積調査時における各要素作業ごとに時間測定を行い、それぞれの標本点における立地因子を含めた種々の因子との関連性を究明しようとしているが、表-2において示されている通り、要素作業中最も多くの時間を要している標本中心点決定作業については環境要因が現実的に測定できないため分析できなかった。従って、いささか片手落ちのきらいはあるが、今回はプロット設定に的をあて分析した。この作業は簡単な作業ではあるが、表-3の外的基準Yにみられるように、それなりに大きな変動値をとっている。このことは、諸々の要因に敏感に反応しているとみてよかろう。それは偏相関係数の値からも裏付けられよう。

われわれの調査した林分が天然林であることから、地形の変化がはげしく、足場、見通しなど人工林では想像もできないものであった。したがって、平均的にもまた変動においても、人工林とは比較にならない値を示している。

スコア表のスコアより各要因の外的基準への影響を考察すれば、連続量として測定される要因は、一般に考えられるように工期への荷重が、その量の少→多、多→少といった量の移行と線型的関係にあるのが普通であるが、立木本数は別として下層植生量と傾斜のスコアは逆転しているカテゴリーがある。傾斜の因子は、18°未満については、18°以上よりもスコアは小さいので当然と思われるが、第2、第3、第4カテゴリーが普通の考えからすると逆のスコアを与えている。また下層植生の量は、第3カテゴリーの“多”が“中”、“少”よりも時間を要してない。これらの逆転していることの意味するところは、測定者の心理的影響、即ち傾斜が急であったり、ササが多かったりすれば、かえって測定をラフにすることに起因しているかも知れない。それから、調査日の要因では、期間を前、中、後期に分けたが、前期が極端に悪いのは作業の不慣れであろう。

偏相関係数により各要因の工期への影響は、調査日、傾斜、立木密度、調査法、地表の凹凸の順に認められたが、調査日については前述した通り前期における作業の不慣れと、後期には日程の関係で能率を上げたものと推察される。反面予想に反したのは下層植生の量であった。われわれはこのスダケに随分悩まされた。しかし分析してみるとスダケの影響はなかったのは意外だったが、調査した感じではスダケの多いところは立木本数が少ないためプロット設定が楽であったこと、またスダケの多いところは先述した心理的作用により、このような結果になったものと思わ

れる。

ここで推定精度の測度として重相関係数を計算した結果0.7882であったが、標本数が Bitterlich 法を除いた関係で、使用した資料は僅か33プロットであったため、この程度の値は止むを得ないと思われる。なお、西沢ら⁶⁾が行なった影響の大きい要因を順次1つずつ加えていって、その都度重相関係数の上昇度を見て、ある要因からは要因を増やしても重相関係数が上らないところで切り捨てる方法もあるが、ここでは、要因を7つにしぼって、それぞれの要因の偏相関係数についても t 検定を行なって要因を整理した。

われわれは、標本数33という非常に少ないデータで大胆な結論を出そうとは思わない。これからは、このようなデータの積み重ねがまず大切であろう。数量化を行なう場合大切なことは、できるだけ多くの要因を取り、不必要な要因は整理することである。これにより推定精度を高めることができるから。また要因のカテゴリーの分類は、特に連続量の範ちゅう化を十分検討してみる必要がある。

要 約

森林蓄積調査における工期は、自然的要因と人為的要因によって大きく変動する。そこで、それらの要因が調査工期、特に、プロット設定作業に及ぼす影響の程度を究明するため数量化理論を用いて分析した。用いた資料は、九州大学宮崎地方演習林、面積454.9haの天然林を対象に Systematic Plot Sampling 法により調査した55プロットのうち、33プロットであった。取り上げた要因は、自然的要因として、下層植生量、平均傾斜、立木本数、地表の凹凸とし、人為的要因としては、作業方法、班調査日の計7要因である。

蓄積調査の各要素作業ごとの時間測定の結果、標本中心点決定に平均56.9分、プロット設定に平均8.7分、毎木調査に平均15.6分であった。標本中心点決定に全体の70%を要している。しかし、この値も変動が大きかった。

数量化を行ない、さらに各要因の偏相関係数を計算し、工期への影響の程度を求めた。その結果、調査日、平均傾斜、立木本数、作業方法、地表の凹凸の順であった。作業方法では、円形プロット法が方形プロットより能率がよかったことが注目になる。下層植生量は工期に影響を与えない結果になったが、これは、スダケの多いところは、測定木が少なくプロットの設定がやさしかったこと、調査の困難な所は、測定をラフにするといったことによるのではなからうか。推定精度を表わす重相関係数は、0.788であり、特に良いとは言えない。これは標本数が少ないことにも起因している。

文 献

- 1) 岩神正朗・坂本格・永野幸雄、森林調査の能率化に関する研究(1)、高大演報, 2, 1-16 (1968).
- 2) 林知己夫・村山孝喜、市場調査の計画と実際, 295-323, 日刊工業新聞社, 東京, (1965).
- 3) 木梨謙吉・長正道、標本抽出法による九州大学宮崎演習林第四次蓄積調査報告, 九大演習林集報, 15, 51-100 (1961).
- 4) 大隅真一、林分材積調査の時間分析, 京都府立大学術報告, 12, 87-97 (1960).
- 5) 岸根卓郎、理論応用統計学, 394-396, 養賢堂, 東京 (1968).
- 6) 西沢正久・真下育久・川端幸蔵、数量化による地位指数の推定法, 林試研報, 176, 1-54 (1965).

(昭和47年9月29日受理)