

テープレコーダー利用による毎木調査 (3)

比較的面積の広い林分での調査例

山本 武*・藤本幸司*・三好 博*

A Utilization of Portable Tape Recorder to
a complete Callipering of stand (3)
Research in Sugi stand with comparatively large area

Takeshi YAMAMOTO, Kōji FUJIMOTO and Hiromu MIYOSHI

Summary: The utilization of the improved tape recorder to a complete callipering was tried in an even-aged stand of Sugi 47 years old, covering 1.2ha. and containing 1335 tress.

And Method A (complete callipering by only one man, using the improved tape recorder) was compared with Method B (complete callipering by three men) or the results in 1974 year.

The major results are as follows;

- 1) In the total time of the field and indoor-works, Method A required less time than Method B, and the difference was equivalent to about 27% (25% in 1974 year) of the total time of Method B.
- 2) The error of tree number in Method A was much the same that in Method B. And the rate of error was few different between Method A investigated in 1974 and 1975. It seems that there was a unsettled error in the number of no callipering trees. But, if remotely compared, Method B was larger.

From the results above mentioned, if we apply Method A for a similar stand to the experimental stand, it is considered that the improved tape recorder is satisfactory useful in the efficiency and the accuracy.

And, We considered that Method A will be able to apply to 1.5~2.0ha., 2000trees per day.

要 旨 毎木調査の省力化と能率化を図るため、改良されたテープレコーダーを利用して、1人で毎木調査する方法 (A法) を検討してみた。今回は比較的面積の広いスギ人工林 (1.2ha.) を対象とし、その工期と精度について、従来の3人1組で行なわれている方法 (B法)、ならびに前回 (比較的小面積での結果) との比較を試みた。

結果を要約すれば次の通りである。

- 1) 内、外業あわせた総時間はB法の所要時間 (3人の延べ時間) に対し、前回75%であったものが、今回は73%とやや短縮された。
- 2) 本数誤差ではA法とB法、ほとんど変わらず、また前回のA法と比較しても誤差率はほぼ同じであった。測り落

* 森林計画学研究室 Laboratory of Forest Management

しは、不定的誤差がみられるようであるが、どちらかと言えばB法が多い。

このように改良されたテープレコーダーは、時間的にも、本数誤差においても、非常に効率がよく、本報程度の広さの林分にも、十分利用できる。

これらの結果から、A法の1日当りの適用範囲は、1.5~2.0ha、2000本程度であると推定された。

はじめに

近時、林分材積調査法は推計学を基にして、plot sampling から、さらにplotless sampling へと発達してきた。とりわけ、plotless sampling の中でも、W・Bitterlichにより発表されたBITTERLICH法は画期的な調査方法であり、毎木胸高直径測定を行わずに、平均胸高直径、単位面積当りの胸高断面積合計、さらに本数の推定をも可能にした。

このように毎木胸高直径測定、そのものの意義は往時に比べて減退している。しかし、集約な経営林分、あるいは小面積林分では依然として、毎木調査による林分材積推定が行なわれているのは否めぬ事実である。

ところで、一般に毎木調査は記帳者1名、測者2名の計3名で行なわれているが、筆者らは、省力という意味から、テープレコーダーを用いて1人で毎木調査する方法(A法)をこれまで検討してきた¹⁾²⁾。

すなわち、第1報では主として、A法で使用する市販のテープレコーダーと、リモートコントロールスイッチの取扱いの難易を重点に考察した。その結果、イ)録音操作上の欠点をなくす。ロ)録音間隔を自動的に一定とする。ハ)レコーダーの正常作動に対する不安を解消する。ニ)再生音を聞きとりやすくする。というような点に改良を加える必要性が認められた。

そこで、第2報では、これらの欠点对し、初めて使用する者でも使いやすく、かつ十分な精度があげられるよう、改良装置を考案し、報告した。そして、この装置を用い、0.5ha.スギ林分(881本)において調査したところ、工期において、A法はB法にくらべ、7.5割の労力ですむようになった。

また精度でも、B法2.5本の誤差に対し、A法1.5本とB法にくらべ十分よい成果を得ることができた。もちろん、これらの結果のみで、一概にA法毎木調査の良否を論ずることはできない。すなわち、人的要素、物的要素、場所的要素、環境的要素³⁾と言った各種因子の組合せについて実験を重ね、総合的に判断するのが順当と考えるからである。そこで今回は、前報におけるよりも、さらに面積を大きくして、A法毎木調査が効率的にできるか否かを検討してみた。

なお、本研究において、終始ご指導、ご助言を賜った山畑一善教授、ならびに現地作業にご協力いただいた演習林職員、山本正男、藤久正文の各氏に対し、ここに謝意を表する次第である。

調査林分

本調査地は愛媛大学農学部付属演習林米野々事業区1林班い小班、47年生スギ林分(一部、33年生ヒノキを含む)である。面積は1.2ha.(前回0.5ha.)、傾斜は21°~39°と急であり、特に、西と東端は谷から尾根まで35°以上の凹形急斜地となっている(図1)。しかし、林内は下層植生が少ないため、見通しがよく、歩行も比較的容易であった。本数は厳密に数えた結果、1335本(前回881本)で、その分布は図2のとおりである。

調査方法

工期、精度は調査方法によって大きく影響されるため、本調査においては次のような方法をとった。

すなわち、大隅³⁾によれば、移動方法について、上り法は下り法に比べ僅かに多くの時間を要するが、測り落し本数ははるかに少なく、全体として優れているという。そこで、本調査では上り法を採用することとした。

測定は人を替えて、3人式(B法)2回、1人式(A法)4回、計6回行なった。測者a, b, c, dは前回と同じ者であり、a, bは研究室の職員、c, dは演習林の職員で、各測者とも毎木調査には十分熟練している。測定条件、要素作業、時間分析は第1、第2報とまったく同じであるため、詳細については省略する。

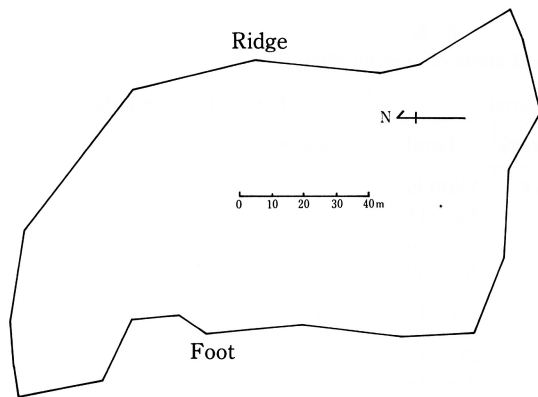


図1 試験地林分
Fig. 1. Experimental stand

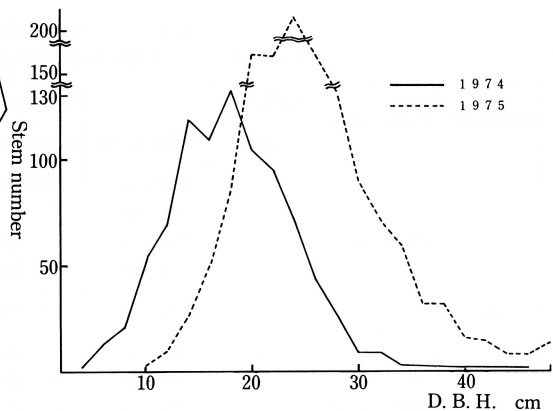


図2 直径階分布
Fig. 2. Stem number distribution by the diameter grade

結果と考察

1) 本数誤差

イ) 測り落しについて

測り落しは毎木調査における最も重要な誤差と言える。すなわち、測り落された木は全体からみて、常に負の影響を及ぼすからである。

まず、測り落しについて、筆者らが行なったA法とB法を比較してみよう。

A法は1人の仕事であり、B法よりも疲労が増加することは容易に考えられる。だが、A法の平均値はB法よりも小さいことから、A法が優れているようにも思われる。しかし、ここでA法における各測者の測り落しを見ると(表1)、前回bには測り落しはなく、a, c, dに1本から3本生じていたのに対し、今回はa, b, cにこの誤差はなく、dのみに5本もあったことから、この誤差は環境、測者によって、不定的に生じているとも考えられる。

片山・後藤⁴⁾がアカマツ・クロマツ15個の林分で行なった調査によれば、測者2人の場合、歩行難易の林分で誤差率4.3%ならびに4.7%、また歩行比較的容易な林分で0.5%から4.0%であったという。

また、北海道林務部道有林課⁵⁾が、オオバザサ、クマイザサが繁茂して、十分見通しがきかない林分(面積2.5ha, 本数765本)で14回くりかえし測定を行なったところ、平均誤差率は3.7% (0.7%~6.7%)であったと報告している。

さらに、大隅³⁾によれば、スギ人工林(2.6ha, 2009本)で1.39%、また同じ林分(2.6ha, 1983本)で1.76%であったとし、岡崎⁶⁾はヒノキ人工林(2.9ha, 206本)において、2.97%の誤差があったことを報告している。

これらの調査結果から総合的に判断すれば、測り落しは環境、場所、測者により、あるいは同一人が同一林分でもくりかえし測定を行なっても、測り落しは不定的で、理論的には考察しがたいと言えるようである。したがって、一概に、A法とB法に差があるとも断定しがたい。

ロ) 録音ミスについて

A法においては、測り落し以外に、録音ミスによる誤差が認められた。

すなわち、前回では平均0.2本(誤差率0.02%)であったのに、今回は平均1.8本(誤差率0.13%)生じた。この原因として、次の2点があげられる。

い) 吹き込みにおける録音ミス

このミスはスイッチを押すと同時に数値を吸きこんだため、数値の前半が録音されていなかったことによる(cの

表1 所要時間と誤差
Table 1. Time required and error of tree number

Method*	Year	area	calliper-man	Time required			Error of tree number		
				Field work	Indoor work	Total	no callipering	Recording miss	Total
A	1974	0.51	a	126m51 s	32m45 s	159m36 s	1	0	1
			b	122 46	32 25	155 11	0	0	0
			c	120 24	32 12	152 36	3	0	3
			d	129 30	32 20	161 50	1	1	2
	mean	124 53	32 26	157 19	1.3	0.2	1.5		
	1975	1.20	a	240 53	51 50	292 43	0	2	2
			b	226 56	51 22	278 18	0	0	0
			c	259 10	52 22	311 32	0	2	2
d			235 07	51 20	286 27	5	3	8	
mean	240 32	51 44	292 16	1.3	1.8	3.1			
B	1974	0.51	a・b	69 39	1 47	71 26	2		2
			c・d	68 08	1 40	69 48	3		3
			mean	68 54	1 44	70 38	2.5		2.5
	1975	1.20	a・b	119 12	3 29	122 41	2		2
			c・d	99 03	2 24	101 27	4		4
			mean	109 08	2 57	112 05	3		3

*Method A : Complete callipering by only one man, using tape recorder.

Method B : Complete callipering by three men (the ordinary method).

2本)。このミスをとりのぞくために、直径読み取り部の上部に発光ダイオードを取りつけてあるため、これが点灯している間に数値を吹きこめば、このようなミスはおこらない。cは太陽の光線によって、点灯が確認できなかったと言っている。十分注意すればなくなるものと思われる。

ii) 転倒による器具の異常

aの2本、dの3本がこれによるものと推察される。面積、本数が増大すれば当然、疲労が大きくなり、そのため足もとが不安定となって、このような状態が生じたのであろう。テープレコーダーの携帯方法に多少、問題点がある。

2) 時間分析

イ) 外業時間について

外業の平均総所要時間はA法240分32秒に対し、B法では2人の延べ時間にして、218分16秒であった。

本調査地のような広さの林分では、A法に休憩が必要とされ、これに18分36秒を要した。A法からこの休憩を省くことはできないが、実質的な労働時間から見れば、B法とほとんど変わらない。つまり、A法はB法の延べ時間に休憩が加わった程度である。

次に前回と今回のA法を比較して、環境、場所のちがいによる外業時間への影響を、1本当りの要素別時間から考察してみよう(表3)。

まず、印付けは前回の1.9秒に対し、今回は2.4秒でその差が1本当たり、約0.5秒の増加である。これは前回より直径階の大きな立木が多かったため(図2)、チョークで幹の全周に印付けするのに時間を要したものと考えられる。

次に移動では前回3.8秒であったのに対し、今回は4.6秒で0.8秒の増加である。これは立木1本当りの面積が、

表2 1本当り要素別時間
Table 2. Time required by elements per tree

Method	Year	Calliper man	Callipering	Walking	Marking	Waiting	Arrangements	Rest	Total
A	yr. 1974	a	2.4s	4.4s	1.8s	s	s	s	8.6s
		b	2.5	4.1	1.8				8.4
		c	2.9	3.3	2.0				8.2
		d	3.7	3.3	1.8				8.8
		mean	2.9	3.8	1.9				8.6
	1975	a	3.0	4.7	2.4			0.7	10.8
		b	2.8	4.9	1.8			0.7	10.2
		c	3.1	4.7	2.5			1.4	11.7
		d	3.1	4.2	2.7			0.7	10.7
		mean	3.0	4.6	2.4			0.9	10.9
B	1974	a・b	2.8	4.6	2.0	0.1	0.1		9.6
		c・d	3.6	3.6	1.9	0.2			9.3
		mean	3.2	4.1	1.9	0.2	0.1		9.5
	1975	a・b	3.2	5.0	2.6				10.8
		c・d	2.2	4.2	2.4	0.2	0.0		9.0
		mean	2.7	4.6	2.5	0.1	0.0		9.9

表3 外業要素別時間
Table 3. The mean time required by elements in the field work.

Method	Year	Callipering	Walking	Marking	Waiting	Arrangements	Mopping	Rest	Drinking	Total
A	1974yr.	42m04 s	55m23 s	27m26 s	m s	s	s	m s	s	124m53 s
	1975	66 19	102 55	52 32				18 36	10	240 32
B	1974	46 44	59 38	28 26	2 10	40	10			137 48
	1975	60 24	101 22	55 14	1 06	10				218 16

前回の5.7m²に対し、9.0m²と広くなったため、立木間の移動距離が長くなり、疲労がしだいに蓄積して、多くの所要時間を要したものと考えられる。

また、測定については、前回の2.9秒に対し、今回は3.0秒とほぼ同じ所要時間であった。しかし、これを各人について見るならば、前回は2.4秒から3.7秒までと、測者に差があり、特にdの所要時間が多かった。今回は2.8秒から3.1秒までと、各測者間に、それほど差はない。これらの点から、今回の測定は多少ながら多くの時間を要していると考えられる。これは、各測者が前回にもまして、録音を確実にこなすよう意識しながら測定したためであろう。

以上を総括すれば、移動は外業時間のなかで最も大きな割合を占めていた。そして、これは立木間の距離に影響されるため、立木が全面積に均等に散在するか、局部的に密生するかによって、所要時間がかなり異なると考えられる。

また、印付け、測定の要素作業に直径の大小が大きな要因となっていることを見のがすことはできない。したがって、功程の比較には、直径の大小を十分考慮する必要がある。

なお、前回の測定では、各測者間に時間の差がみられた。しかし、今回はほぼ同じ所要時間であったことから、習熟することによって、改良装置の使いやすさがうかがわれる。

ロ) 内業時間について

B法における内業時間は集計において、平均2分57秒を要しているだけであるが、外業における記帳者の仕事を、A法における内業と考えれば、延べ112分05秒となる。A法が51分44秒であるから、B法はA法の約2.2倍の時間を要していると言える。これを要素作業別に見ると、表4のように前回ならびに今回とも、記帳、作業待ちがほぼ等しく約40%であった。また移動は前回の11%に対し、今回は16%であった。これは、東と西端に急な凹傾斜地が2箇所あったため、測者の声が聞きとりにくかったためと思われる。

表4 3人式記帳者の要素別時間
Table 4. The mean time required by elements of note man in Method B.

Year	Item	Field work					Indoor work	Total
		Note	Walking	Waiting	Arrangements	Mopping		
1970yr.	Time	30 m 02 s	7 m 40 s	30 m 57 s	10 s	5 s	1 m 44 s	70 m 38 s
	Percentage	42.5 %	10.9	43.8	0.2	0.1	2.5	100
1974	Time	45 m 13 s	18 m 15 s	45 m 40 s			2 m 57 s	112 m 05 s
	Percentage	40.4 %	16.3	40.7			2.6	100

以上、要するにB法を3人の延べ時間にして、A法と比較すれば、A法292分16秒に対し、B法330分21秒である。したがって、A法はB法の約73%の労力で済むことができた。これを前回と比較すれば、約75%であったことから、林分の場所的、環境的ちがいによる差はそれほど現われなかったようである。

む す び

毎木調査は前述したように、人的、物的、場所的、環境的要素によって、その工期と精度に差が生じるのは明らかである。とりわけ、歩行の難易、単位面積当りの立木本数、直径の大小、立木が均等に散在するか、局所的に密生するかによって、その影響は大きい。したがって、筆者らの調査結果を、そのまま他の林分にも適用できるとは言いがたい。が、一事例として示すならば、1人毎木では、1.5~2.0ha、2000本程度が、1日6時間半の工期になると考えられる。この程度ならば、B法と比較しても、精度、工期はそんなしょうくない結果となり、A法の適用が十分有効であると思われる。

参 考 文 献

- 1) 山本武・藤本幸司：テープレコーダー利用による毎木調査(1)——比較的小面積のスギ林分での検討——。愛媛大演報 10: 33~39, 1973
- 2) 山本武・藤本幸司・三好博：テープレコーダー利用による毎木調査(2)——改良装置について——。愛媛大演報 12: 107~112, 1975
- 3) 大隅真一：林分材積調査の時間分析。京都府立大学学術報告 農学 12: 87~97, 1960
- 4) 片山茂樹・後藤久：毎木調査に依る林分の材積測定に関する工期経費並に誤差に就きて。九大演報 8: 1~77, 1936
- 5) 北海道林務部道有林課：毎木調査における偶然測定——誤差についての実証的考察。日林講 62: 80~82, 1953
- 6) 岡崎文彬ら：林分材積推定の精度と工期に関する研究調査報告書，大阪営林局

1976年8月31日 受理