

材種別収穫予測に関する研究 (I)

—異なる地位級のヒノキ林分における径級別の用材丸太数の比較—

林業試験場九州支場 森田 栄一

1. はじめに

これまでの収穫予測の研究は、主として量優先に行なわれてきたが、近年ようやく、量・質両面からの検討の重要性が認識されるに至った。筆者もこれまで林況診断表の作成など林木の収穫における質的問題にかかわる報告^{5, 9, 10)}を行ってきたが、これらは林木の立木価の中で最もウエイトの高い一番丸太だけを対象に論じてきた。

本研究では、その範囲を拡張して、一番丸太だけでなく二番丸太以上についても径級区分を行い、異なる地位・施業(伐期・本数管理)におけるヒノキ林の径級別の用材丸太区分(以下、材種別という)による収穫予測を行うこととし、今回はその第1報を報告する。

2. 資料と方法

資料には、当支場が継続調査を行っている固定収穫試験地のうち同一地域内で地位の異なる3林分⁶⁾(万膳1号・2号・3号)を用い、以下の方法によった。

1) 材種別の収穫予測を行う範囲

林分の現況(以下、林況という)は、その立地条件はもとよりその林分に対する施業方針に基づく過去からの管理履歴のちがいで大きく左右され、¹⁰⁾さまざまである。本研究ではこれらのすべてを対象とする。

2) 予測方法の区分

方法1 データとして林齢 t 、平均直径 D 、平均樹高 H 、本数密度 N (本/ha)および最大・最小直径、最大・最小樹高を用い、平均よりも小さいグループと平均よりも大きいグループ別に直径階

の幅により図-1に示すように、異なる t 分布を適用して予測する方法。

方法2 方法1と比較するために、 t 分布を用いず、方法1のデータに

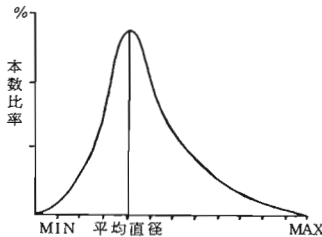


図-1 t 分布のあてはめの例

その林分の実測の直径階別(2cm階)の本数分布を加える方法。

なお、第三の方法として、方法1と同じ資料について、 t 分布に代わってワイブル分布を適用して予測する方法も想定したが、このワイブル分布^{11, 12)}は、直径分布にひずみをもつ現実林に対して t 分布よりも適合が良いとされているけれども、その研究は未だ個別林分におけるワイブル分布の3つのパラメータを予測できるところまで進んでいないので今回は除外する。

以上、3種の方法の中で最も基本となる方法1により予測の手順をのべる。

1) 直径階別樹高曲線: 平均の直径・樹高および最大・最小の直径・樹高を用いて、3点法による直径階別樹高曲線を作成する。⁸⁾

2) 採材方法: 林木の幹形(幹曲線)については、国の内外を問わず数多くの研究があるが、ワイブル分布と同様に林況のちがいで対する幹曲線予測の研究は見られず、未だに対象林分ごとに調査を行って求められるのが通例のようである。また、幹材を丸太に採材する場合、明らかに枝下と枝上の細りにはちがいがあられると思われるが、この問題を論じた研究も見ない。

一方、幹曲線がどれほど精度よく推定されようとも林分の管理履歴によっては、混在する不整形木(曲がり・キズ・ふたまた等)の割合⁷⁾について、その予測の研究は行なわれていない現状からすべての林木を通直と仮定した予測を行うしかない。したがって、本研究では枝下までについてのみ6m材と4m材の2種の予測を行い、比較検討する。

3) 枝下高の推定: 平均の枝下高 H_{un} (under) は、林況診断における樹冠長比CLRを用いて、下式によって求めることができる。^{2, 3, 4, 5)}

$$H_{un} = H \times (1 - CLR) \quad \dots\dots(1)$$

$$CLR(\text{ヒノキ}) = 0.48108 - 0.00205 \times t + 0.00594 \times H - 0.04227 \times N^* \quad \dots\dots(2)$$

ここで、 N^* : 本数密度 $N / 1000$

一般に、林分内の樹高分布は、図-2に示すように変化するが、枝下高の変動は樹高の変動よりも小さい。

Eiichi MORITA (Kyushu Br., For. and Forest Prod. Res. Inst., Kumamoto 860)

The study on the yield prediction by wood assortment (I) A comparison of the amount of saw logs in each log type at various site classes in Hinoki (*chamaecyparis obtusa*) forests

その変動として樹冠長比の標準偏差を推定し、直径階別の枝下高は、樹高推定と同様に3点法により求める。

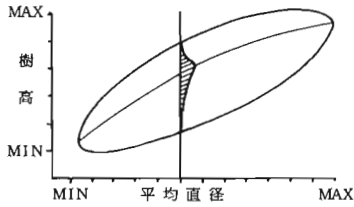


図-2 直径階別樹高分布の例

$$CLR-s = -0.03068 + 0.00046 \times t - 0.00027 \times H + 0.00225 \times N' + 0.24126 \times CLR \dots (3)$$

$$R = 0.7233 \quad s = 0.0078$$

$$cv = 17.86\%$$

4) 末口直径の推定: 前述の理由により、本研究では幹曲線を用いず、枝下のみについて前報¹⁾の一番丸太の細り率TPを拡張して比例によって推定する。

$$TP(\text{ヒノキ}) = 0.8429 - 0.0474 \times SI + 0.0022 \times t + 0.0064 \times N' \dots (4)$$

ここで、SI: 地位指標 (地位級の少数1位まで)

$$D_{61} = D_{1,2} \times [TP - (1-TP) \times 0.7857]$$

$$D_{41} = D_{1,2} \times [TP - (1-TP) \times 0.0714]$$

$$D_{6n} = D_{1,2} \times [TP - (1-TP) \times (2.2 + 6 \times n) / 2.8]$$

$$D_{4n} = D_{1,2} \times [TP - (1-TP) \times (0.2 + 4 \times n) / 2.8]$$

ここで、 D_{61} : 6m材の一番玉の末口直径

n : n 番目の丸太

5) 材種の区分: 丸太の材種はつぎの4種に区分し、一番玉(元玉)から玉別にその本数を推定する。

小径材: 末口の皮付直径 16cm以下

柱材: 末口の皮付直径 16~22cm

中目材: 末口の皮付直径 22~32cm

大径材: 末口の皮付直径 32cm以上

3. 結果と考察

1) t分布による直径階別本数の推定精度

図-1に示したように、平均直径を境として、それぞれの直径階の階差に合った2種のt分布(%)をあてはめた方法1の適合の程度を方法2の実測の本数分布と比較してみると、図-3に示すように、万膳1号および万膳2号では、実測値において中央が台形を示し、推定された本数分布の方がやゝ大きな直径階側に偏っているが、3林分を全体的に見れば、かなり良く適合しており、本数分布の調査を必要としない点を考慮すれば、一応、利用可能な結果といえよう。

2) 直径階別の枝下高の推定

(1)式で求まる平均枝下高をすべての直径階に用いた場合、下位の直径階では枝下高が樹高よりも高くなるものが生じるので、(3)式により樹冠長比の標準偏差CLR-sを推定し、 $\pm 2s$ の幅をつけて修正した。その結果、図-4に示すように、現実林に近く直径・樹高の大きい優勢木はクローネ長も長く、逆に直径・樹高の小さい劣勢木・被圧木ではクローネ長が短い形状を示し、しかも枝下高が樹高を越えることはない。

3) 上部直径の比推定の精度

枝下の上部直径を比例によって推定することについては、これまでの幹曲線式に関する測樹学的研究の見地からはかなりの反論が予想される。

そこで、これまでに調査収集された4林分の樹幹解析資料を用いて、方法1による推定上部直径と樹幹解析の実測値とを比較した。

表-1には、方法1の手順によって推定した枝下高が12.2mより高い樹幹解析木15本について、6m採材・4m採材のいずれかに該当する4.2mから12.2mまでの4種の推定直径と実測直径の差を示した(各林分の林況は省略)。

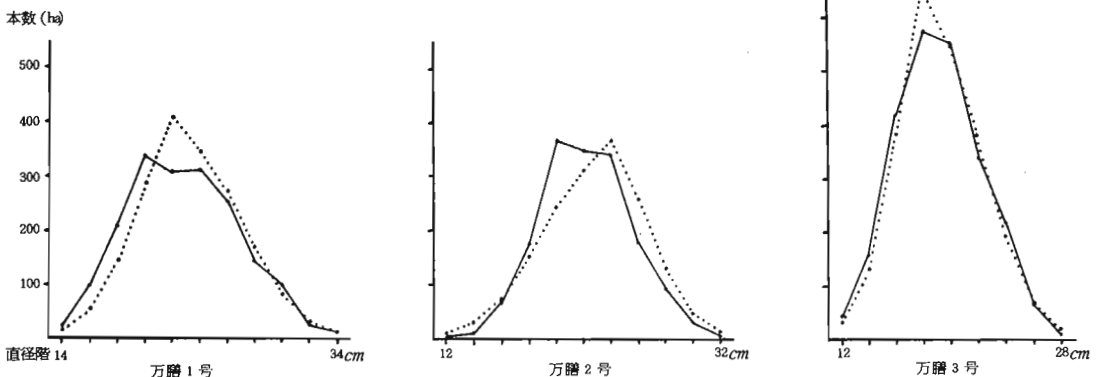


図-3 t分布による推定本数分布(点線)と実測の本数分布(実線)の比較

その結果、その差が1cmを越えた件数は、表-1の最下段に示すように、上部直径ほど増加した。しかし、後述の材種区分に示すように、三番玉・四番玉では材種・材積も材価も低下すること、また、林分を代表する一つの幹曲線式を用いても異なる直径・樹高の単木に対しては、当然誤差を含むこととなる筈であるので、この程度の誤差の範囲であれば十分使用に耐えるものと認められよう。

4) 直径階別の玉別本数・末口直径の推定

コンピュータにおいて、方法1によって推定される直径階別の計算結果の例として、万膳3号(6m採材)を表-2に示す。この表において、▲Nとは、直径階別の推定本数。▲Hとは、直径階別の推定樹高。▲N%とは、直径階別の本数を求めた分布の%。▲Hシタとは、直径階別の枝下高。続いて、▲Nとは、一番玉6m材の本数。▲スエクチDとは、その推定末口直径。▲ナガサとは、枝下高から6m材一玉を採材した残りの長さ(以下、くりかえし)。この例では二番玉の欄において直径階20cm以下では、一番玉採材後の残材長が6.2m以下となるために二番玉以降は、N=0となっている。▲ノコリとは、採材後における梢頭までの残材長である。

$$\text{残材長} = \text{樹高} H - 0.2m - 6m \times \text{玉数}$$

なお、計算結果は、4m採材に対応させて四番玉まで算出されるが、表-2では四番玉の欄は割愛した。

5) 材種別・玉別の本数推定表

以上の結果は、材種別・玉別に再集計されるが、表-2の一番玉では、直径階20cm以下は末口径が16cmに満たないので小径材として、22cm以上は16~22cmの範囲にあるので柱材として集計される。

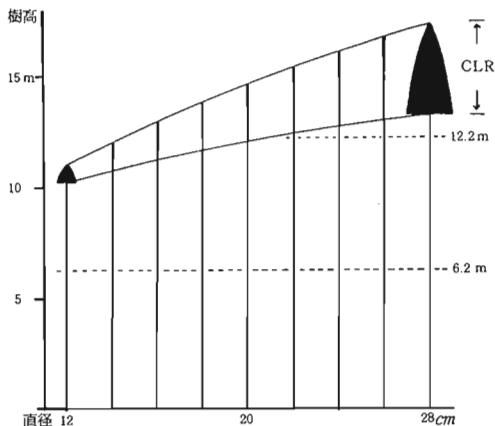


図-4 直径階別の樹高と枝下高の推定結果 (万膳3号)

最後に、資料とした3林分における6m採材と4m採材の結果を表-3に示し、以下のとおり考察する。

1) 方法1・方法2における6m採材・4m採材の比較例は万膳1号のみ例示した。材種別には方法2の方が僅かに小径材が多いが、総本数では殆ど差はない。

2) これら3林分の地位は、上位から万膳1号・2号・3号の順に高く、本数密度は万膳3号・1号・2号の順に多い。しかし、万膳3号は最も本数密度が多いにもかかわらず樹高・枝下高とも低いために、6m採材では最も少なく、4m採材でも万膳1号に近い。

3) 柱材以上の用材本数は、6m採材・4m採材とも万膳1号が最も多く、2号・3号の順に減少しているが、4m採材では万膳3号の二番玉は皆無であった。

4) これらの3林分は、九州地方ヒノキ林分収穫表65年の本数密度(2等地681本/ha, 3等地866本/ha)よりもはるかに多い。そのためか大径材(32cm上)も皆無であった。

引用文献

- (1) 森田栄一：日林九支研論 33, 29~30, 1980
- (2) ————：————— 34, 51~52, 1981
- (3) ————：————— 35, 31~34, 1982
- (4) ————：————— 36, 53~54, 1983
- (5) ————：林試九州支場年報 27, 22~27, 1984
- (6) ————：暖帯林 418, 22~27, 1985
- (7) ————：林統研会誌 10, 25~35, 1985
- (8) ————：————— 11, 70~75, 1986
- (9) ————：日林九支研論 39, 33~34, 1986
- (10) ————：————— 40, 39~40, 1987
- (11) 西沢正久他2：日林九支研論 29, 47~48, 1976
- (12) ————他3：87回日林論, 87~88, 1976

表-1 樹幹解析木による上部直径の推定精度の確かめ

林分	林齢	No.	立木			推定 Di - 実測 Di (cm)			
			D cm	H m	4.2m	6.2m	8.2m	12.2m	
A	53	68	26.1	17.0	-0.54	-0.33	-0.66	0.35	
		230	19.6	15.9	0.66	0.82	1.00	1.21	
		316	22.0	15.8	0.37	0.41	0.40	1.25	
B	54	229	20.0	16.2	-0.83	-1.22	-1.10	0.19	
		34	20.0	15.8	0.01	-0.42	-0.75	0.24	
		64	18.5	15.7	-0.42	0.24	0.36	1.29	
C	55	623	17.5	16.0	0.09	0.31	0.23	0.82	
		54	22.5	16.4	-0.21	-0.58	-0.86	-0.14	
		322	20.9	15.9	-0.48	-0.29	-0.26	0.66	
D	60	28	22.5	18.1	0.17	0.07	0.02	0.09	
		29	26.8	19.8	0.35	0.04	-0.42	-1.14	
		134	15.8	16.2	-0.21	0.01	0.14	1.29	
		211	38.0	23.5	0.38	-0.21	-1.39	-2.99	
		1054	17.5	18.5	0.12	0.0	0.04	0.23	
		1068	22.2	17.3	0.78	0.97	0.76	0.94	
差の平均(絶対値)					0.37	0.39	0.56	0.86	
1cmを越えた件数					0	1	3	6	

表-2 直径階別の玉別本数・末口直径の推定表 (万膳3号)

D カイベツ ノ タマベツ N					スエクチ D1 ヒョウ (6M)										
D	N	H	N%	Hシタ	N	スエクチD	ナガサ	N	スエクチD	ナガサ	N	スエクチD	ナガサ	ノコリ	
12	29	11.1	1.2	10.3	29.0	9.0	4.3	0	0	0	0	0	0	4.9	
14	131	12.1	5.5	10.7	131.0	10.5	4.7	0	0	0	0	0	0	5.9	
16	381	12.9	16.0	11.2	381.0	11.9	5.2	0	0	0	0	0	0	6.7	
18	650	13.7	27.3	11.6	650.0	13.4	5.6	0	0	0	0	0	0	7.5	
20	538	14.5	22.6	11.9	538.0	14.9	5.9	0	0	0	0	0	0	8.3	
22	379	15.3	15.9	12.3	379.0	16.4	6.3	379.0	7.3	0.3	0	0	0	3.1	
24	188	16.0	7.9	12.6	188.0	17.9	6.6	188.0	7.9	0.6	0	0	0	3.8	
26	67	16.6	2.8	12.9	67.0	19.4	6.9	67.0	8.6	0.9	0	0	0	4.4	
28	19	17.3	0.8	13.2	19.0	20.9	7.2	19.0	9.3	1.2	0	0	0	5.1	
2382					(一番玉)			(二番玉)			(三番玉)				

表-3 材種別・玉別の本数推定表

1 万膳1号 地位指標 2.3等地 林齢 64年 D=22.7cm H=18.2m N=1816本/ha

材種区分	方法1 6m採材				方法1 4m採材				計(%)
	一番玉	二番玉	三番玉	計(%)	一番玉	二番玉	三番玉	四番玉	
小径材	209	1816	0	2025 (55.7)	209	1255	1816	122	3402 (61.1)
柱材	1318	0	0	1318 (36.3)	1046	561	0	0	1607 (28.8)
中目材	289	0	0	289 (8.0)	561	0	0	0	561 (10.1)
大径材	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	1816	1816	0	3632	1816	1816	1816	122	5570

材種区分	方法2 6m採材				方法2 4m採材				計(%)
	一番玉	二番玉	三番玉	計(%)	一番玉	二番玉	三番玉	四番玉	
小径材	331	1816	0	2147 (59.1)	331	1289	1816	134	3570 (64.0)
柱材	1210	0	0	1210 (33.3)	958	527	0	0	1485 (26.6)
中目材	275	0	0	275 (7.6)	527	0	0	0	527 (9.4)
大径材	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	1816	1816	0	3632	1816	1816	1816	134	5582

2 万膳2号 地位指標 2.7等地 林齢 65年 D=22.2cm H=16.3m N=1629本/ha

材種区分	方法1 6m採材				方法1 4m採材				計(%)
	一番玉	二番玉	三番玉	計(%)	一番玉	二番玉	三番玉	四番玉	
小径材	503	1620	0	2123 (65.4)	259	1441	1620	0	3320 (68.1)
柱材	1067	0	0	1067 (32.8)	923	188	0	0	1111 (22.8)
中目材	59	0	0	59 (1.8)	447	0	0	0	447 (9.1)
大径材	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	1629	1620	0	3249	1629	1629	1620	0	4878

3 万膳3号 地位指標 3.0等地 林齢 64年 D=19.1cm H=14.6m N=2382本/ha

材種区分	方法1 6m採材				方法1 4m採材				計(%)
	一番玉	二番玉	三番玉	計(%)	一番玉	二番玉	三番玉	四番玉	
小径材	1729	653	0	2382 (78.5)	1191	2382	653	0	4226 (78.0)
柱材	653	0	0	653 (21.5)	1105	0	0	0	1105 (20.4)
中目材	0	0	0	0 (0.0)	86	0	0	0	86 (1.6)
大径材	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	2382	653	0	3035	2382	2382	653	0	5417