

鳥取大学蒜山演習林におけるコナラ林の 林分構成および現存量

藤 江 勲*・安 井 鈞**

Isao FUJIE and Hitoshi YASUI

On the Stand Structure and the Biomass of Konara (*Quercus serrata* THUNB.)
Forest at Hirusen Training Forest of Tottori University.

緒 言

燃料革命と生産性の高い針葉樹への拡大造林の推進にともない広葉樹林は年々減少し、残された広葉樹林も優良材を含む林分を除いては、極めて粗放な施業がなされている。そのため当地方の広葉樹林は全般的に蓄積が少なく、低生産性の林分が大半を占めているが、広葉樹資源はその公益性と材質特性の面から改めて評価しなおす必要があると考えられる。

近年わが国では農村部で、シイタケ栽培が農家の収入源として盛んに行なわれているが、楢木は広葉樹の中でも樹種が限定され、特に栽培の容易なクヌギ、コナラ、ミズナラに集中しているため、原木事情を一層悪化させているといわれ、この点からも広葉樹林施業法の研究が推進されるべきであろう。

1977年6月初旬と8月下旬に鳥取大学演習林において、温帯性広葉樹林施業試験のため、クヌギ林とコナラ林内に固定試験地を設定したが、本報告は、このうちコナラ林の資料をもとに林分構成、生長などその実態について考察したものである。なお伐採木の測定と区分求積は主に同年9月中旬と11月中旬に実施した。

この調査を共同で行なった鳥取大学農学部大北助教、蒜山演習林の職員各位および調査に参加した専攻学生各位に深謝する。

試験地および調査方法の概要

広葉樹林の施業法について研究する目的で、岡山県真

庭郡川上村大字徳山に所在する鳥取大学農学部蒜山演習林に2種の固定試験地を設定した。第1試験地(クヌギ林)は17林班ハ小班、第2試験地(コナラ林)は19林班イ小班の一部に設定した。各試験地とも試験区の面積は1000m²の長方形とした。第1試験地では、A区を皆伐区、B・C・D区を択伐区、E区を対照区とし、本報告の対象である第2試験地では、B区を皆伐区、A・C区を択伐区、D区を対照区とした。

この地区は海拔高約700~750mに位置し、傾斜15~19°の山腹平衡斜面で、土壌型はB1Dに属し、林床にはクマザサが繁茂している。本地区の気象は年平均気温10.5°C、年最高平均気温15.5°C、年最低平均気温5.4°C、年平均降水量2300mmである。¹⁾

コナラ林試験地において、試験地設定と同時に、各区の毎木調査を巻尺、測高桿を用いて実施した。A、C区は胸高直径4cm以上について胸高周囲のみ測定したが、各区ともペンキで立木番号と胸高位置を印付けし、立木位置図を作成した。

なおB区については、試験区内部と境界線上の20個所で、地上0.5mの位置の照度を測定したが、平均相対照度は13.7%であった。さらに、この区において、生長量の推定などの資料をうる目的で、各直径階にわたるように標準木24本を選び、伐採した。伐採木について樹高、枝下高、樹冠幅を測定し、樹幹解析用の円板を採取したのち、1mの層別に幹、枝条、葉の重量を測定した。幹、枝条、葉のサンプルは恒温器で105°Cで24時間乾燥させて、乾物重を算出した。

林 分 構 成

* 附属演習林

** 森林計画学研究室

Table 1. Diameter distribution of all plots.

Diameter (cm)	Konara	Kunugi	Others	Total
2	4		1	5
4	84		43	127
6	158	2	32	192
8	111	9	22	142
10	132	13	10	155
12	79	13	7	99
14	49	9	1	59
16	38	8	4	50
18	37	4	2	43
20	17	1	3	21
22	19			19
24	10			10
26	7			7
28	9			9
30	2			2
32	1			1
Total	757	59	125	941

この試験地は同令林であるものと予想されていたが、樹幹解析の結果、50年生前後と30年生前後の2つの令階の立木が混生していることがわかった。試験区内の立木について、両者を区分することは非常に困難であった。ここでは直径分布、樹高曲線および林分密度についてまず考察する。

1) 直径分布

毎木調査は、A、C区においては胸高直径のみを、B、D区においては胸高直径(D)、樹高(H)、枝下高(h)を測定した。全試験区の直径分布は第1表のとおりである。

全立木の直径分布は左偏型であり、平均10.15cm、最頻値7.14cmと計算され、さらに歪度は1.41866となり、Pearrson I型曲線(判定基準K<0)が予想されるが、度数曲線式の適合は無理であった。コナラの直径分布についても同様である。

2) 樹高曲線

B、D区の337本について、2cm階ごとに平均値を出して重みづけし、Näslund式を適用して(1)式をえた。回帰は有意でありこれを第1図に示す。

$$H = 1.2 + \left(\frac{D}{0.940 + 0.2406 \cdot D} \right)^2 \quad (1)$$

3) 林分密度

各試験区の林分密度を比較するため、コナラと全立木についてha当りの本数、胸高断面積およびその混交率を計算した結果は第3表のとおりで、ほぼコナラの純林であるとみなすことができる。

林分の生長

固定試験地設定後B区において、コナラ24本を伐採し、樹幹解析を行なった。またその後11月にこの試験区は皆伐されたが、伐採木のうちコナラ57本について区分求積を行なった。その結果は第2表のとおりであり、これを基礎として、林分生長その他について考察した。

(a) 単木生長

第2表に示した24本について樹幹解析し、最近5ヶ年間の期間中央の直径、樹高および材積とそれぞれの連年生長量を求めると第4表のとおりである。これにより、それぞれの回帰関係を検討したが、樹高生長については有意性が認められなかった。

1) 直径生長

中央直径(D)と生長量(Id)の関係をみるため、樹令50年生前後のもの(7本)と30年生前後のもの(17本)にわけて検討した。両者とも1次回帰関係とみなし、これを最小自乗法で解き(2)式と(3)式をえた。

$$Id = -0.11 + 0.05084 \cdot D \quad (2)$$

$$Id = 0.14 + 0.01192 \cdot D \quad (3)$$

(2)式(30年生群)の回帰は有意であったが、(3)式(50年生群)は有意性が認められなかった。

2) 材積生長

期間中央の材積(V)と平均生長量(Iv)の関係についても、直径生長と同様50年生群と30年生群にわけて検討した。両者とも1次関係とみなし、これを解いて(4)式と(5)式をえた。いずれも有意であった。

$$Iv = -0.0009 + 0.1462 \cdot V \quad (4)$$

$$Iv = -0.0003 + 0.0641 \cdot V \quad (5)$$

(b) 単木材積式と利用率

第2表の資料にもとづいて、立木幹材積式および椎茸楯木とパルプ材の利用率について検討した。

1) 立木幹材積式

まず立木幹材積式について、1変数材積式および2変数材積式を検討した。胸高直径(D)と幹材積(V)、樹高(H)と幹材積(V)の関係を両対数グラフにプロットすると直線状の関係を示した。それぞれの間には1次の回帰関係が考えられたので、1変数材積式としては

Table 2. Data of sample trees.

D. b. h. (cm)	Height (m)	Clear length (m)	Stem volume (m ³)	Merchantable volume(m ³)			D. b. h. (cm)	Height (m)	Clear length (m)	Stem volume (m ³)	Merchantable volume(m ³)		
				Bed log (%)	Pulp wood (%)	Total					Bed log (%)	Pulp wood (%)	Total
3.0	4.4	2.3	0.0022				12.2	12.7	7.0	0.0788	0.0735(93)		0.0735
3.4	4.4	2.3	0.0028				* 12.2	14.0	7.0	0.0716	0.0678(95)		0.0678
3.9	6.1	2.7	0.0046				12.4	12.3	8.3	0.0868	0.0764(88)		0.0764
4.0	4.7	3.1	0.0044				12.8	13.6	9.7	0.1002	0.0775(77)		0.0775
4.8	6.4	4.6	0.0072	0.0028(39)		0.0028	* 13.0	12.6	5.8	0.0759	0.0736(97)		0.0736
4.8	7.3	3.1	0.0086	0.0032(37)		0.0032	13.0	12.8	7.2	0.0860	0.0750(87)		0.0750
* 5.2	7.1	3.0	0.0090	0.0036(40)		0.0036	13.2	14.5	7.8	0.0977	0.0906(93)		0.0906
5.4	8.9	7.1	0.0136	0.0074(54)		0.0074	14.0	10.1	4.6	0.0796	0.0704(88)		0.0704
5.5	5.5	2.9	0.0073	0.0027(37)		0.0027	14.0	14.6	5.9	0.1130	0.1060(94)		0.1060
5.9	6.1	3.4	0.0090	0.0035(39)		0.0035	14.2	12.2	6.7	0.0927	0.0854(92)		0.0854
* 6.0	7.9	5.1	0.0102	0.0036(35)		0.0036	* 14.4	12.9	6.8	0.1008	0.0978(97)		0.0978
* 6.0	8.1	5.1	0.0103	0.0034(33)		0.0034	15.0	13.4	7.4	0.1173	0.0732(62)	0.0364(31)	0.1096
6.1	8.6	5.4	0.0155	0.0090(58)		0.0090	15.0	13.9	9.6	0.1302	0.1260(97)		0.1260
6.2	9.0	5.6	0.0143	0.0092(64)		0.0092	* 15.2	14.4	7.2	0.1366	0.0948(69)	0.0382(28)	0.1330
6.4	6.5	4.9	0.0156	0.0072(46)		0.0072	15.4	13.5	8.7	0.1133	0.0655(58)	0.0382(34)	0.1037
* 6.6	9.4	6.3	0.0173	0.0106(61)		0.0106	16.6	13.6	6.6	0.1397	0.0822(59)	0.0444(32)	0.1266
* 6.6	9.9	4.2	0.0221	0.0170(77)		0.0170	* 16.8	14.6	7.9	0.1516	0.0716(47)	0.0774(51)	0.1490
7.4	8.3	3.8	0.0228	0.0184(81)		0.0184	16.8	15.5	8.8	0.1502	0.0618(41)	0.0856(57)	0.1474
* 7.4	9.5	5.9	0.0201	0.0138(69)		0.0138	17.6	13.4	7.1	0.1602	0.0660(41)	0.0882(55)	0.1542
7.4	10.1	5.6	0.0254	0.0184(72)		0.0184	* 17.6	14.5	6.5	0.1549	0.0657(42)	0.0862(56)	0.1519
7.8	9.1	5.3	0.0229	0.0190(83)		0.0190	17.7	15.1	7.1	0.2088	0.0624(30)	0.1394(67)	0.2018
8.0	9.5	4.2	0.0269	0.0218(81)		0.0218	17.8	16.3	8.7	0.2434	0.0417(17)	0.1846(76)	0.2263
* 8.0	10.7	7.0	0.0265	0.0210(79)		0.0210	18.0	13.3	6.1	0.1853	0.0432(23)	0.1346(73)	0.1778
8.2	7.4	3.9	0.0212	0.0186(88)		0.0186	18.2	15.4	3.9	0.1989	0.0820(41)	0.0912(46)	0.1732
8.6	8.7	5.0	0.0295	0.0243(82)		0.0243	18.6	14.1	4.1	0.1713	0.0646(38)	0.1008(59)	0.1654
* 8.6	11.3	7.1	0.0347	0.0314(90)		0.0314	* 18.6	15.3	8.1	0.1925	0.0522(27)	0.1368(71)	0.1890
9.2	10.1	6.4	0.0335	0.0296(88)		0.0296	19.0	13.8	2.8	0.1769	0.0580(33)	0.1056(60)	0.1636
* 9.2	12.1	6.4	0.0386	0.0336(87)		0.0336	* 19.0	15.7	7.8	0.2296	0.0762(33)	0.1484(65)	0.2246
9.6	11.3	7.2	0.0490	0.0450(92)		0.0450	19.8	14.1	4.1	0.1879	0.0618(33)	0.1096(58)	0.1714
9.8	10.9	6.2	0.0427	0.0368(86)		0.0368	20.0	14.3	4.7	0.2167	0.0502(23)	0.1574(73)	0.2076
* 9.8	11.0	7.0	0.0434	0.0409(94)		0.0409	20.0	15.1	8.0	0.2322	0.0515(22)	0.1620(70)	0.2135
10.0	12.0	6.0	0.0549	0.0482(88)		0.0482	20.2	15.1	6.0	0.2505	0.0324(13)	0.1992(80)	0.2316
* 10.2	10.6	2.5	0.0335	0.0294(88)		0.0294	* 20.8	16.7	7.7	0.2629	0.0428(16)	0.2170(83)	0.2598
10.6	14.5	8.1	0.0637	0.0578(91)		0.0578	* 21.0	15.4	4.8	0.2321	0.0580(25)	0.1710(74)	0.2290
10.8	11.9	6.6	0.0575	0.0500(87)		0.0500	21.6	16.0	9.3	0.3058	0.0585(19)	0.2410(79)	0.2995
* 10.8	12.5	8.6	0.0576	0.0536(93)		0.0536	21.7	15.1	4.8	0.2551	0.0642(25)	0.1870(73)	0.2512
11.0	11.7	6.4	0.0585	0.0524(90)		0.0524	21.8	13.3	5.2	0.2200		0.1674(76)	0.2112
* 11.4	10.4	3.8	0.0451	0.0422(94)		0.0422	23.4	15.0	4.8	0.2803	0.0266(9)	0.2353(84)	0.2619
11.6	12.3	7.6	0.0641	0.0604(94)		0.0604	*2 5.4	15.8	6.3	0.3220	0.0276(9)	0.2906(90)	0.3172
11.6	13.5	9.1	0.0698	0.0646(93)		0.0646	26.0	16.3	6.5	0.4369	0.0596(14)	0.3480(80)	0.4076
							28.8	15.9	1.9	0.4368	0.0402(9)	0.3642(83)	0.4044

* Stem analysis trees.

Table 3. Stand density by plots per ha.

Plot	Number of trees			Basal area (m ²)		
	Konara	Total	Mixture rate (%)	Konara	Total	Mixture rate (%)
A	2600	3350	77.6	15.9	21.5	74.0
B	2210	2270	97.4	24.3	24.9	97.6
C	1250	1700	73.5	25.8	27.7	93.1
D	1510	2090	72.2	17.3	23.1	74.9
Mean	1893	2353	80.5	20.8	24.3	85.6

Table 4. Annual increment of diameter, height and volume.

No.	Age	Diameter (cm)		Height (m)		Volume (m ³)	
		D	Id	H	Ih	V	Iv
212	26	4.6	0.15	6.40	0.26	0.0077	0.00090
80	30	5.3	0.12	7.00	0.44	0.0083	0.00080
75	29	5.4	0.18	7.10	0.32	0.0086	0.00064
91	30	6.3	0.20	8.60	0.34	0.0137	0.00144
78	30	6.4	0.22	8.85	0.26	0.0163	0.00152
84	31	7.3	0.23	8.90	0.40	0.0170	0.00192
143	31	7.5	0.24	10.05	0.26	0.0227	0.00148
160	30	7.9	0.20	10.25	0.42	0.0275	0.00288
117	27	8.1	0.34	11.27	0.40	0.0272	0.00368
108	29	9.2	0.24	10.18	0.36	0.0366	0.00284
201	31	9.2	0.22	9.83	0.34	0.0276	0.00244
185	30	9.5	0.38	11.85	0.26	0.0450	0.00482
85	30	9.9	0.42	9.16	0.50	0.0335	0.00346
105	31	11.6	0.51	11.30	0.56	0.0674	0.00702
116	27	13.2	0.50	12.00	0.48	0.0796	0.00940
112	27	13.3	0.76	13.20	0.45	0.1018	0.01372
153	30	15.7	0.58	13.60	0.36	0.1113	0.01738
121	50	10.8	0.24	13.24	0.30	0.0620	0.00384
57	50	15.4	0.40	13.90	0.28	0.1300	0.00854
131	50	17.0	0.32	14.72	0.22	0.1690	0.00944
140	48	17.7	0.38	15.28	0.22	0.1945	0.01312
221	49	18.6	0.37	14.32	0.42	0.2010	0.01192
150	50	19.8	0.34	15.95	0.32	0.2340	0.01368
224	44	23.5	0.65	15.80	0.24	0.2780	0.01814

Berkhout 式, 2変数材積式としては山本式を採用した結果(6)式および(7)式をえた。単木推定誤差率はそれぞれ16.6%, 10.7%となった。

$$\log V = 4.25432 + 2.390697 \cdot \log D \quad (6)$$

$$\log V = 5.83275 + 1.857131 \cdot \log D + 0.931912 \cdot \log H \quad (7)$$

なお(7)式の各係数の95%信頼度における信頼幅はそれぞれ 0.12490, 0.149926, 0.242328 であった。各式

とも対数計算に基因する偏りは, Meyer の係数によって修正した。以後の各対数計算による実験式もすべて同様に修正したものである。

2) 単木利用材積式

伐採木は末口直径 15cm 以上はパルプ材(長さ2m)に, 末口直径 5~14cm のものはシイタケ原木(長さ 1 m)として造材し, その利用材積も第 2 表に併記した。立木幹材積式と同様に 1 変数式と 2 変数式について検討した。この場合 1 変数式は, 全直径階に対して 1 つの実

験式をあてはめると精度が低下するので、胸高直径 10 cm 以上と以下とに分割して計算した。その結果は(8)式、(9)式のとおりであり、2変数式は(10)式のようになった。各式の推定誤差率は36.6%、16.1%、22.2%と計算された。

$$(10\text{cm 以下}) \log V = \bar{6}.75215 + 3.947290 \cdot \log D \quad (8)$$

$$(10\text{cm 以上}) \log V = \bar{4}.37570 + 2.265459 \cdot \log D \quad (9)$$

$$\log V = \bar{6}.78442 + 1.884834 \cdot \log D + 1.802854 \cdot \log H \quad (10)$$

(10)式の各係数の信頼幅はそれぞれ 0.30580, 0.30433, 0.530083 となり(7)式の場合よりも精度が低下するようであった。

(c) 単木利用率

前項で単木の利用材積式を検討したが、次に楢木材積とパルプ材材積の幹材積に対する比率を利用率 (y_i) とし、直径 (D) との関係について検討した。まず直径を 2cm 括約して利用率の平均値を求め、更に移動平均によって曲線を平滑にして、直交多項式の表を用いて解析した結果、楢木原木では第 5 次まで、パルプ材では第 3

次まで有意であり、(11)式・(12)式をえた。前者は項数 13 で直径 16cm、後者は項数 7 で直径 22cm を基準とし、 X_i は各次の多項式の値である。

$$y_1 = 45.2 - 5.604 \cdot X_1 - 1.0639 \cdot X_2 + 2.451 \cdot X_3 - 0.02039 \cdot X_4 - 0.2684 \cdot X_5 \quad (11)$$

$$y_2 = 70.1 + 6.536 \cdot X_1 - 1.7024 \cdot X_2 + 2 \cdot X_3 \quad (12)$$

胸高直径と利用率の関係を第 2 図に示した。この図より、胸高直径 8cm~14cm の範囲では楢木としての利用率が高く、15cm 以上では楢木利用率は急激に低下し、一方パルプ材は直径の増大とともに利用率が高くなり、18cm 以上になると楢木利用率をうわまわることが読みとれる。従って楢木原木としては、胸高直径 6cm から 15cm 程度までの立木が適当であると考えられた。

(d) 林分材積

この試験地における幹材積を第 1 表と(6)式によって推定すると、ha 当りコナラ 139.8m³、全樹種 160.9m³であった。また利用材積は(8)式、(9)式よりコナラ 123.4m³、全樹種で 142.0m³となった。なお(11)式、(12)式によって ha 当りコナラの楢木材積を推定すると 77.4m³、全樹種についてのパルプ材材積を求めると 64.6m³であった。

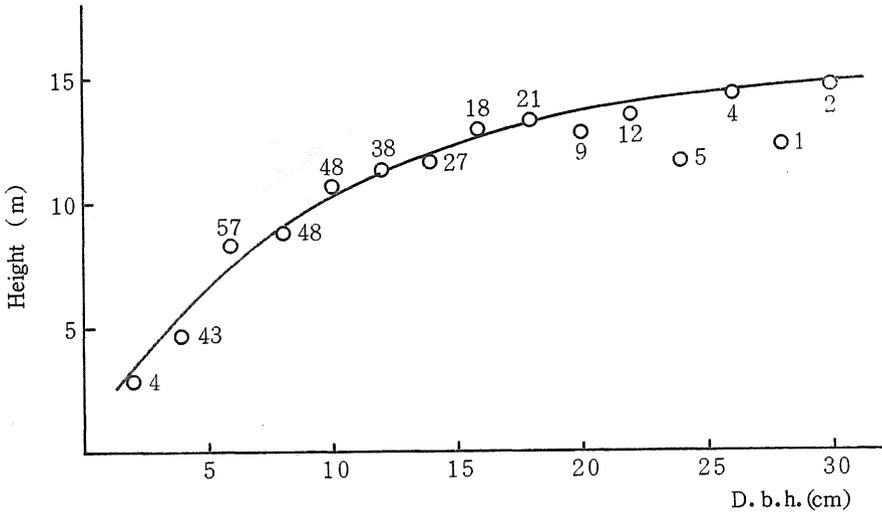


Fig. 1. Height curve.

現 存 量

コナラの樹幹解析木 24本について、地上部現存量を検討した。

単木の相対生長関係については、Huxley の相対生長式を適用して、胸高直径 (D) に対する幹乾重量 (w_s)

枝条乾重量 (w_B)、葉乾重量 (w_L) の各関係を計算し、(13)式、(14)式、(15)式をえた。(単位: kg)

$$\log w_s = \bar{2}.99274 + 2.433811 \cdot \log D \quad (13)$$

$$\log w_B = \bar{3}.09663 + 3.418789 \cdot \log D \quad (14)$$

$$\log w_L = \bar{3}.22344 + 2.869797 \cdot \log D \quad (15)$$

単一推定の誤差率は、それぞれ20.0%、82.4%、74.8%となり、材積式の場合に比べて、かなり大きな値となった。(13)式、(14)式、(15)式にもとづき、林分現存量を求めると第5表のとおりとなり、ha 当り幹重量 99.0 ton、枝条重量 20.8ton、葉重量 5.7ton の値をえた。なお葉面積を算出するため、コナラの葉の風乾108g について、1枚当りの葉面積を自動面積計(林電工AMM-7型)によって測定した。その結果は最小 4cm²、最大は 42cm²であった。平均は 16.6cm²となり、分散は 32.559cm²、変動係数は34.4%であった。さらに直径(D)と葉面積(A_l)の関係式として(16)式をえた。単一推定誤差率は75%であった。

$$\log A_l = \bar{2}.23992 + 2.866878 \cdot \log D \quad (16)$$

なお(16)式を利用して、葉面積指数を推定すると、第5表に示すように5.9であった。

Table 5. Biomass by plots per ha. (ton)

Plot	Stem	Branch	Foliage	Leaf area (ha)
A	75.1	11.4	3.7	3.8
B	101.1	20.2	5.8	5.9
C	122.8	30.3	7.7	7.9
D	96.9	21.3	5.7	5.9
Mean	99.0	20.8	5.7	5.9

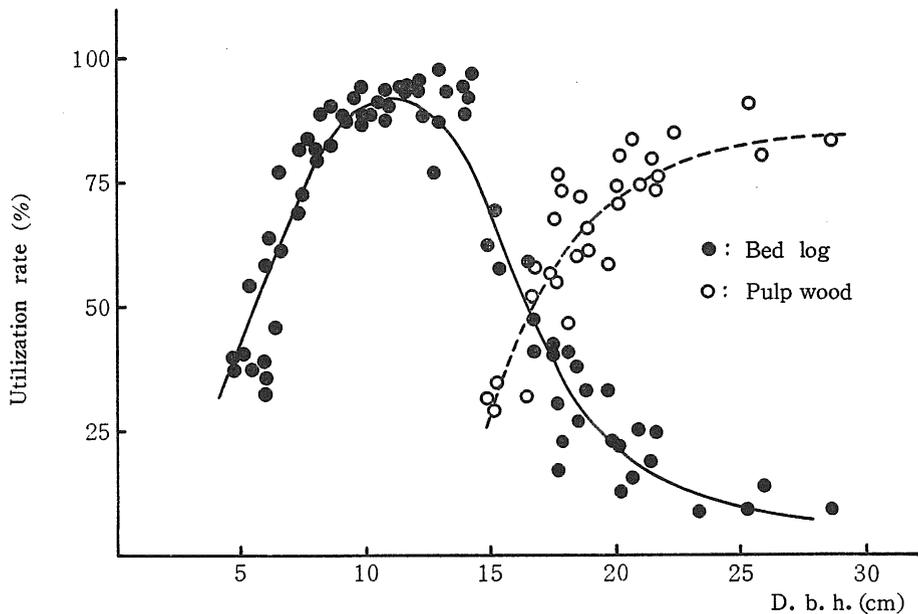


Fig. 2. Relationship between D. b. h. and utilization rate.

摘 要

広葉樹林施業について研究するため、1977年に鳥取大学蒜山演習林のコナラ林内に固定試験地を設定した。試験地内の各区は面積を 0.1ha ずつとし、択伐区を 2 区、皆伐区および対照区を各 1 区とし、毎木調査と併行して立木位置図を作成した。更に皆伐区において 24 本を樹幹解析し、幹・枝・葉の重量測定を行ない、別に 57 本の区分求積を実施したが、これらの資料にもとづいて林分構成、現存量などを検討した。

1. 直径分布は左偏型(最大 32cm)であり、平均

10.15cm、最頻値 7.14cm であった。樹高は逆に右偏型の分布で最高 18m、平均 9.5m で、樹高曲線式としては Näsland 式がよく適合した。ha 当りの本数は 2353 本、胸高断面積は 24.3m² であったが、このうちコナラはそれぞれ 80.5%、85.6% を占めていた。

2. 樹幹解析の結果、この林分は同令林でなく、30年生群と 50年生群の立木が混生する林分であることが判明し、単木の生長量は、両群の間に差がみられた。

3. 伐採木 81 本の資料によって、単木の幹材積式および利用(楢木材とパルプ材)材積式として、1 変数式および 2 変数式を求めた。1 変数式により ha 当り材積を

推定すると、全樹種で 160.9m^3 となり、コナラはその 88% で 142.0m^3 であった。

4. 単木の幹材積に対する楢木材材積およびパルプ材材積の比をそれぞれの利用率とし、これらと直径との関係について、直交多項式の当てはめを行ない、楢木原木では 5 次式、パルプ材では 3 次式を計算し、図示した。楢木の利用率は胸高直径 8~14cm の立木で高かったが、胸高直径 18cm 以上の立木では楢木利用率よりパルプ材利用率が高くなった。

5. 樹幹解析木 (24本) から相対生長式を求め、地上部現存量を推定した。その結果 ha 当りの幹乾重量は 99.0ton、枝条乾重量は 20.8ton、葉乾重量は 5.7ton、葉面積指数は 5.9 でであった。

引用文献

1. 引地政雄・他：鳥大演報 4 : 47~62, 1969.

Summary

The stand structure and the biomass of the broad leaves forest of Konara were studied in 1977 at the permanent plot set up in Hirusen training forest of Tottori University. The stand volume was calculated with the local table obtained by the equation $\log V = 4.25432 + 2.390697 \cdot \log D$. The total volume amounted to 160.9 m^3 per ha. The relations between D.b.h. and utilization rate (ratio of merchantable volume to stem volume) were represented by the multi-nomial equations. The bed log (Shiitake mushroom) volume and pulp wood volume amounted to 77.4 m^3 and 64.6 m^3 , respectively. The allometric equations of single tree were calculated by sample trees, and the biomass of upper ground in the plot were estimated by these equations. The weight of growing stock per ha in Konara was 99.0 ton, and that of branch and foliage were 20.8 ton and 5.7 ton (index of leaf area was 5.9), respectively.