

# 択伐方式によるシラカシ薪炭林の 生産機構に関する研究

第5報 下山佐第2固定試験地における択伐試験方法と林分の生長について

安 井 鈞\*

Hitoshi YASUI

Studies on the Productive Structure of "Shirakashi" (Cyclobalanopsis Myrsinaefolia Oerst.) Coppice-Forests Managed by Selection Method

5. On the Experiment of Selection Cutting and the Growth at the Simoyamasa No. 2 Permanent Plot.

## 緒 言

## 択伐木の選定と単木材積表

島根県広瀬町下山佐のシラカシ択伐作業林内で固定試験地を設定し、現在まで前後2回にわたり択伐試験を行ない、回帰年間の平均生長率が約24%であることが明らかとなった。<sup>(3)</sup>一方シラカシ低林は、皆伐作業を行なう場合非常に高い林分密度を構成し、林分生長量も平均7 m<sup>3</sup>近いことを示したが、<sup>(4)</sup>択伐作業の実施によって生長量を飛躍的に増大し、恒続的に生産出来ることが解る。

引続き1960年7月中旬に第2回固定試験地を設定して継時調査を行なったので、生長経過の概要を報告する。試験地は調査の費用と日数の関係で僅か173m<sup>2</sup>の面積となったが、南面の海拔高約350mに位する林分である。測定方法は第1試験地の場合と同様にしたが、択伐試験の開始が丁度生育期間の中間であったため、満足すべき資料ではないが、試験地設定当時と2ヶ年半経過した1962年11月の測定資料に基づいて、作業方法の分析・林分構造の推移・林分の生長などについて考察を行なった。

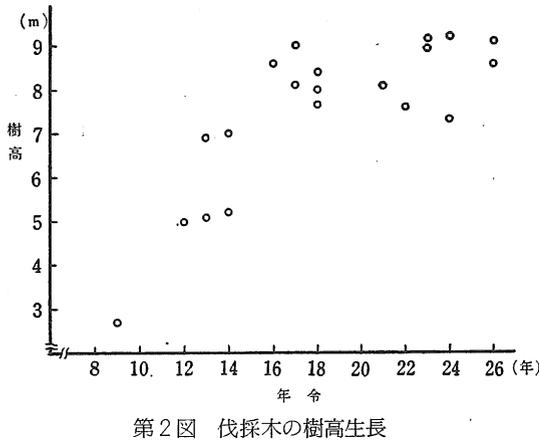
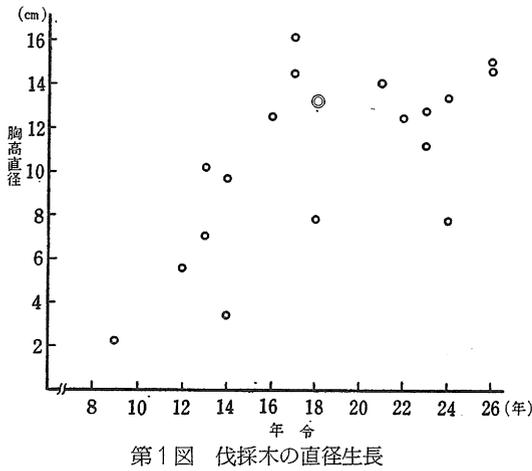
なお1963年2月、数十年來の豪雪と低温により試験地内に残存した小径木や択伐後に発生した萌芽が多数折損し、又一部の大径木も凍害を受けた。

この択伐試験や測定作業に御協力頂いた所有者の山根乙市氏および浜田明伸氏に厚く御礼申し上げる。

第1表 試験地の樹種構成

樹 種	シラカシ	ウラジロガシ	ツバキ	タブ	シイ	シデ	リョウブ	コナラ	計	ha当
本 数	199	7	4	2	1	2	3	1	219	12,600
根 株 数	24	3	3	2	1	2	3	1	39	2,250
平均本数	8.3	2.3	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	5.6	

\* 森林計画学研究室



残存木が生育空間を過不足なく、又与えられた立地条件を満度に利用するよう考慮の上、原則として次のごとき基準で択伐木を選定した。

(a) 直径13cm以上のもの(大径木)は収穫を目的として伐採する。

(b) 直径7~12cmの林木(中径木)は炭材として適当であるが、今後の旺盛な生長を期待して、樹冠の形状などから判断し、優れたものは残す。

(c) 収穫するに未だ不適当な小径木(6cm以下)は原則として伐採しないが、小中径木のうち樹勢の劣るもの、例えば損傷木や樹幹の彎曲した萌芽などは、林分の改善のため除伐する。

このように収穫よりも将来の生長或いは林分の改良を重点とした方針に基づいて選木を行なった訳で、シラカシで大径木10本は全部、中小径木のうち劣弱木10本を択伐木に選び、中径木は約75%を残存することにした。ウラジロガシは生長が劣るとは云え炭材として優れているため、シラカシに準じて残存した。又択伐後の生育空

間の損失を考え、直径7cmのシデ1本は残したが、他の12本は悉く除伐し、結局32本の伐採を行なった。

択伐作業後、残存木はすべて胸高位置に印付けを行なって、胸高周囲・樹高を測定した。又すべての根株に番号を附し、試験地内における位置図を作ると共に、根株毎にすべての萌芽についても測定し、その配置状態を記録して継時調査の正確な実施を図った。

第2表 シラカシ伐採木資料

年令	胸高直径 (cm)			樹高 (m)	幹材積 (m <sup>3</sup> )	幹材連年生長量 (m <sup>3</sup> )
	現在	2年前	3年前			
9	2.2	1.3	1.1	2.7	0.0007	0.0002
14	3.4	2.8	2.4	5.2	30	5
12	5.6	4.2	3.6	5.0	82	18
13	7.1	5.1	4.4	6.9	152	28
24	7.7	6.6	6.2	7.6	214	32
18	7.8	6.7	6.1	7.7	213	37
14	9.7	7.3	6.6	7.0	366	108
13	10.2	7.3	6.3	5.1	273	70
23	11.2	9.2	8.3	9.3	484	59
22	12.4	11.0	9.7	7.6	502	58
16	12.5	10.9	9.7	8.6	524	81
23	12.8	10.2	9.3	9.0	569	95
18	13.2	11.2	10.1	8.0	606	112
18	13.2	10.4	9.4	8.4	723	131
24	13.4	11.6	10.4	9.2	715	93
21	14.0	10.3	9.2	8.1	674	170
17	14.5	11.0	9.6	9.0	756	176
26	14.6	12.7	11.6	8.6	806	90
26	14.9	13.1	12.4	9.1	788	106
17	16.2	13.8	11.4	8.1	928	102

## 2. 伐採木の測定と立木材積表

択伐後シラカシのみについて、先ず胸高周囲・樹高を測定した。直ちに製炭資材として玉切ったが、幹材・炭材(立て木)・粗炭材別に生重量を測定した後、樹幹解析用の円板を採り又葉量(生重量)も測り出した。この結果の概要を第2表に示す。

この20本の資料から先ず単木幹材積表を作成した。推

第3表 分散分析表

要因	平方和	自由度	平均平方
全回帰	57.17957767	1	
回帰間	0.00490949	1	0.00490949
常数間	0.00274142	1	0.00274142
誤差	0.52812364	111	0.00475787
計	57.71535222	114	

定の誤差率，測定の簡便さを考え併せると，1変数材積表が実用的であるので，Berkhout 式を用いて回帰計算を行ない次式を得た。

$$\log V = 4.15344 + 2.3611083 \cdot \log D \quad (1)$$

本材積式に基づく単木推定の誤差率は21.5%である。第1試験地の95本の資料による材積式は(2)式のとおりで，(1)式と比較した結果は第3表の分散分析表のように有意差は認められない。

$$\log V = 4.07311 + 2.435699 \cdot \log D \quad (2)$$

なお2変数材積式(山本式)について回帰分析の結果，直径・樹高への回帰は何れも有意であることが解り，次の材積方程式を得た。

$$\log V = 5.8799 + 1.972535 \cdot \log D + 0.767512 \cdot \log H \quad (3)$$

この材積式による誤差率は17.8%であるが，前述の理由から本試験での計算は(1)式を用いた。

伐採木の測定の際，各部の生重量が測桿してあるが，炭材の場合平均 $m^3$ 当りの生重量は1.26 ton となり，円板により乾重量を求めた処，略0.74 ton と計算された。

次にこの資料を用い，樹高曲線につき Näslund 式によって考察した結果(4)式を得た。

$$H = 1.2 + \{D^2 / (0.846 + 0.3118611 \cdot D)\} \quad (4)$$

第1試験地資料では(5)式のようにになったが，いずれの場合も変動が大きく両式の間有意差はない。

$$H = 1.2 + \{D^2 / (1.121 + 0.2822727 \cdot D)\} \quad (5)$$

### 択伐による林分構造の変化

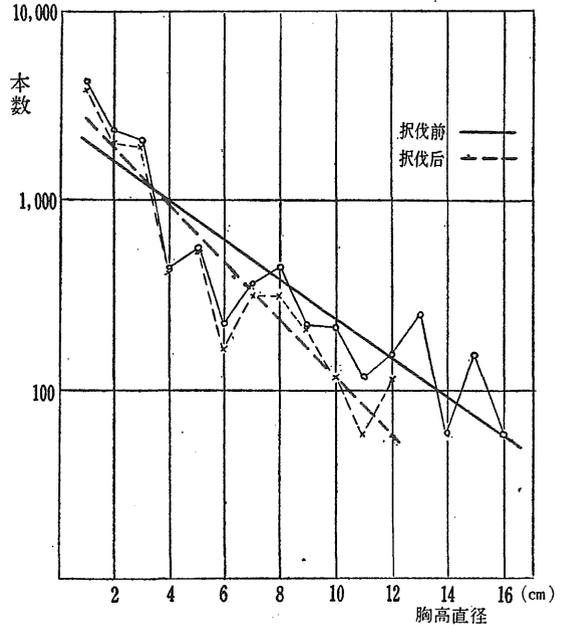
#### 1. 直径の分布

1960年7月における択伐試験前後の林分構造を直径の分布によって考察したが，直径階別の本数を示すと第4表のとおりである。

広葉樹天然生林は一般に異令林であり，L字型分布をなすことが知られている。下山佐シラカシ択伐低林内の充分閉塞した9林分の資料によって直径分布を研究した結果，Pearson曲線のI型或いはXII型分布に適合することを示した。<sup>(3)</sup>第4表資料によりグラフを画くと，略同様の度数分布を想定できるが，分布曲線の決定は困難な問題であり，又この場合は特に小面積資料のため変動が大きいため，簡単な Meyer 曲線(6)式を用いて択伐による直径分布の変化状態を表わしてみた。

第4表 択伐前後の直径階別本数

直径	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	計
択伐前	80	41	38	8	10	4	7	8	4	4	2	3	5	1	3	1	219
択伐後	70	38	37	8	10	3	6	6	4	2	1	2					187



第3図 択伐試験による直径分布(Meyer曲線)の変化

第5表 択伐による Meyer 曲線の係数の変化

係数	本試験地		第1試験地	
	前	後	前	後
$k$	2508	3540	3319	4755
$a$	-0.2294	-0.3329	-0.2485	-0.3556

$$y = ke^{-ax} \quad (6)$$

その結果を第3図および第5表に示す。参考のため第1試験地における実験式の変化も併記するが，初めの林分構造が異るとは云え近似した程度の択伐試験を行なったわけである。

第6表 断面積および材積の択伐率

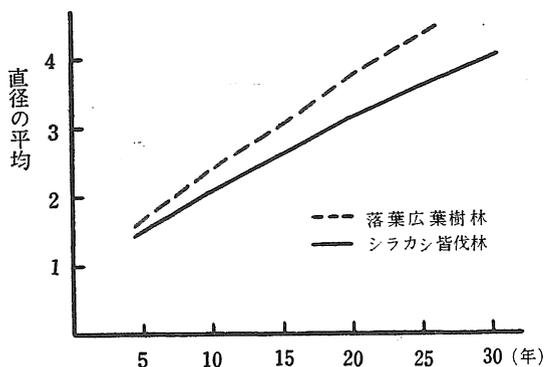
	材積 $m^3$ (択伐率)		断面積 $m^2$ (択伐率)	
択伐前	1.6920	} 56.4%	0.4183	} 50.4%
択伐後	0.7370		0.2082	

#### 2. 択伐率と直径分布の統計的表現

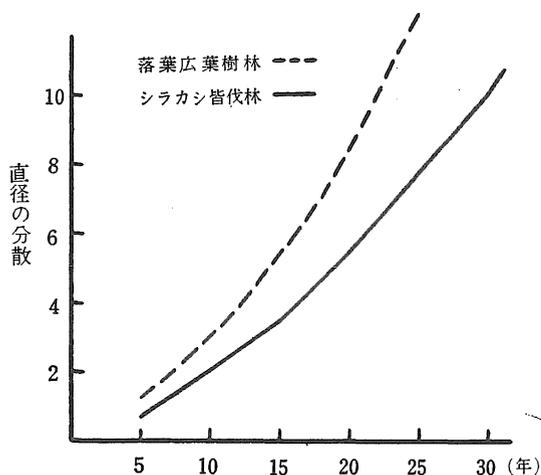
択伐による林分構造の変化は直径分布に対する Meyer 曲線の適合によって大体把握できる。併し前述のごとく

第7表 択伐による直径の平均・分散および変動係数の変化

	択伐	平均	分散	変動係数
本試験地	前後	3.51 2.87	11.938 5.847	98.4 84.3
	前後	3.31 2.91	9.628 5.941	93.6 83.8
第1試験地 第1回	前後	3.40 3.20	10.529 7.047	95.4 83.0
	前後	3.40 3.20	10.529 7.047	95.4 83.0



第4図 皆伐低林の年令と直径平均との関係

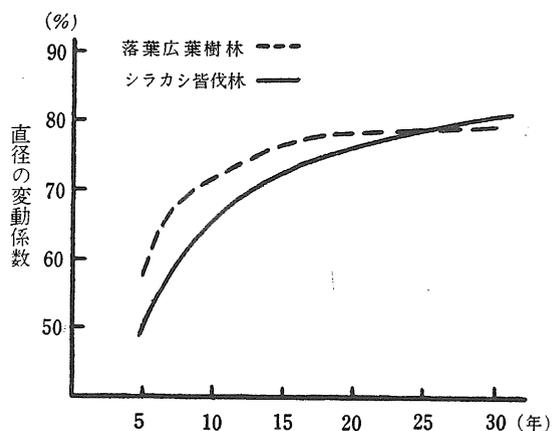


第5図 皆伐低林の年令と直径の分散との関係

変動が大きく曲線の適合性にも問題がある。

本択伐試験は本数では14.5%の択伐率であるが、択伐の度合を表現するには普通材積或いは断面積の百分率が用いられる。第4表により択伐前後の材積・断面積を計算すると、第6表のとおりである。

一般に統計値を要約する方法のうちに、平均値・分散などが用いられるが、択伐作業は林分の生長に従い変化する直径の平均と分散を人工的に調節する干渉行為とし



第6図 皆伐低林の年令と直径の変動係数との関係

て考えることが出来る。同様に第4表の直径分布に対し、積率法により平均と分散を計算して、更に変動係数を求めたが、これを第1試験地の実験結果と対比して第7表に示す。又皆伐作業はこれらの統計量を零にする特別な場合に相当するが、当地方のシラカシ皆伐低林と落葉広葉樹低林の資料から求めた直径の平均・分散および変動係数の推移は第4図～第6図のとおりである。本試験結果とこれを比較すると、択伐後直径の平均は17年、分散は20年程度の状態にまで低下するが、変動係数は尚相当に大きい値である。他の択伐試験地例えば伯太第1試験地では、択伐によって平均直径は3.3 cmから2.1 cmへ、変動係数は82%から54%へと非常に大きい変化を与える作業を行なったことになる。

健全な中径木に充分な生育空間を与える様配慮した本試験方法は、大きい直径の分散或いは変動係数の値を保持する結果になり、これらの統計値の変化が少ないことによって特徴づけられよう。

## 林分の生長

### 1. 伐採木による生長量の推定

本試験地の過去における作業経過や回帰年が明らかでないから、伐採木資料によって将来の生長を予測することは困難であるが、択伐試験以前の直径と材積の生長について考察した。

#### a) 直径の生長

第2表に示した伐採木の2年前と3年前の直径(D-2・D-3)と現在直径(D)の関係を直線回帰によって計算し(7)式(8)式を得た。

$$D = 1.34 + 1.0738393 \cdot D - 2 \quad (7)$$

$$D = 1.16 + 1.2279319 \cdot D - 3 \quad (8)$$

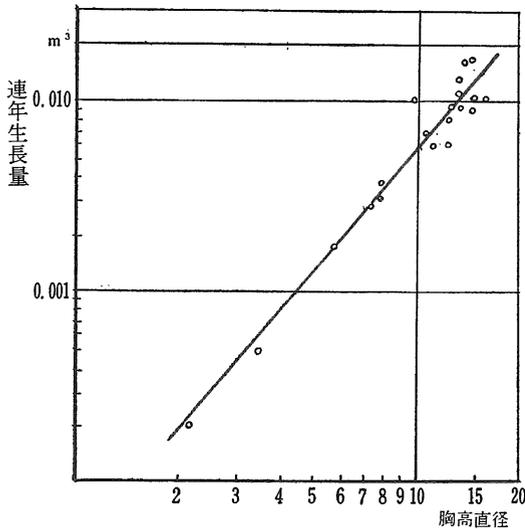
一方残存木の4 cm以上について、試験地設定当時の直

第8表 1962年における直径階別本数

直径階	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	計
本数	71	46	33	21	10	5	6	2	6	6	2	3	1	2	1	215

第9表 択伐後更新した萌芽数

芽長(m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	計
1961年12月	36	55	53	32	13	4												183
1962年11月	10	13	24	27	30	24	20	15	12	8	8	7	3	1	2	3	1	208
1963年4月	10	7	13	5	12	9	7	3	9	3	5	6	3	1	2	3	1	99



第7図 直径と材積連年生長量の関係

径 ( $D_0$ ) と2.5年後の直径 ( $D_{2.5}$ ) との関係を求めると、(9)式のようになり、(7)式と略一致した回帰関係にあることを示す。

$$D_{2.5} = 0.52 + 1.1755754 \cdot D_0 \quad (9)$$

b) 材積生長量

同様に現在直径 ( $D$ ) と最近2ヶ年平均の連年生長量 ( $z$ ) の関係を考察した。対数グラフ上で1次の関係と見做せるので最小自乗法により実験式を求め、(10)式を得た。

$$\log Z = 5.63152 + 2.121582 \cdot \log D \quad (10)$$

これを図示すると第7図のとおりである。この式により第4表から林分生長量を求めると  $0.284m^3$  であり、択伐前2ヶ年平均の連年生長量は  $ha$  当り  $17m^3$  であったと推定される。

2. 林分の構造

(1) 直径分布

試験地設定後、1961年12月と1962年11月に測定を行ったが、多数の萌芽が更新すると共に、残存木も進

級生長したものが多く、1962年における直径階別の本数は第8表のようになった。

先ずこれに Meyer 式を当嵌めると (11) 式のとおりで、林分が生長して次第に択伐前の状態に近づきつつあることを示す。

$$y = 3178 \cdot e^{-0.3178 \cdot x} \quad (11)$$

又第8表より 断面積と材積を計算すると  $0.336m^2$ 、 $1.291m^3$  となり、残存量に対して前者が162%、後者は175%に生長したことが解る。

一方直径の平均は3.401、分散は9.017、変動係数は88.2%と夫々生長発展し、試験前の値に可成り接近したと考えられる。

(2) 萌芽更新と進級生長

択伐試験を行なった1960年の秋季には早速更新を開始した。伐採株15のうち1株は現在に至るも未だ萌芽の発生をみないが、3個の無伐採株からも多数萌芽して1961年12月の測定で合計183本、伐採木1本当り9.1本の萌芽更新を行なった。引続き1962年11月の測定では1本の枯損もなく新伐根より11本、無伐採株からも14本合計25本の萌芽が新しく発生した。

第10表  $ha$  当り断面積・材積の択伐と生長による変化

	断面積 $m^2$	材積 $m^3$
1960年 択伐 { 前後	24.2 12.0	97.8 42.6
1963年	19.4	74.6

しかし翌1963年2月近來未聞の寒波に襲われ、2m余に及ぶ積雪があって109本折損してしまい、新生の萌芽は208本中99本を残すのみとなった。更新状態について、芽長別本数の概略を示すと第9表のとおりで、いずれも極端な左偏型分布をなす。

第8表において直径1cm階は71本であるが、1960年既にこの直径階にあったもの45本に新たに進級した28本が加わったものである。更にこの進級木の中には、

第11表 残存木 (直径 4 cm以上) の直径生長

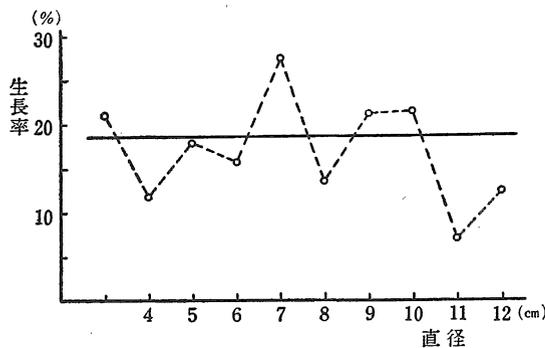
残存木直径 (cm)	1963年における直径 (cm)												計
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
4	2	5	1										8
5		3	3	3	1								10
6				2	1								3
7						2	3		1				6
8						3	3						6
9								2	1	1			4
10								1				1	2
11									1				1
12											2		2
計	2	8	4	5	2	5	6	3	3	1	2	1	42

第12表 直径毎残存木の断面積・材積の生長率

残存木直径	本数	断 面 積		材 積	
		増加量 $m^2$	生長率 %	増加量 $m^3$	生長率 %
0		0.0023		0.0029	
1 ~ 3	144	284	20.9	887	23.9
4	8	50	11.8	190	19.4
5	10	114	18.0	462	21.2
6	3	42	15.8	181	18.8
7	6	245	27.7	1148	32.3
8	6	125	13.7	588	16.2
9	4	182	21.1	910	24.7
10	2	115	21.4	608	25.4
11	1	18	6.9	93	8.1
12	2	82	12.3	442	14.4
計		0.1280	(18.8)	0.5538	(21.8)

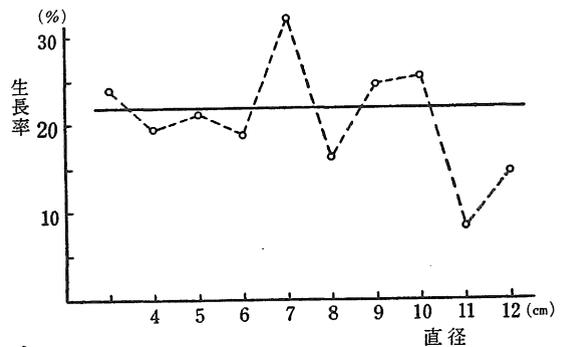
択伐試験による新伐採株からの萌芽が10本含まれている。なお前述の積雪により1~2 cmの直径階で27本が損傷し、結局188本となった。

3. 断面積および材積の生長



第8図 残存木の胸高断面積生長率

択伐後林分が可成り生長したわけであるが、第4表と第8表により計算し断面積・材積は残存量の162%、175%に増大したことは前述のとおりである。ha当り換算して、その変化の状態を示すと第10表のごとくで、伐採前



第9図 残存木の材積生長率

の状態に対し断面積は80.2%、材積は76.4%に回復していることを表わしている。この生育期間を2.5年とした場合、断面積・材積の期間平均の生長量はha当り $3.0m^2$ および $12.8m^3$ であり、平均の生長率は断面積が18.9%、材積は21.8%と計算できる。又樹皮を含む重量生長量は絶乾重量にして略9.5tonと推定される。

以上この択伐試験後2.5年間に択伐量の58%に相当する材積生長をしたことが明らかとなったが、第1試験地の測定資料の傾向からみても、今後はこれ以上の連年生長が期待でき、2年以内には択伐前の蓄積を回復するものと思われる。

次にこの材積生長の内容につき考察するため、直径4cm以上の残存木資料42本によって、先ず直径の生長状態をまとめたのが第11表である。

これによると、択伐時に6.69cmであった直径の平均が1962年には8.40cmとなり、直径生長率は9.1%となる。そして(12)式に示すように略理論的に材積生長率21.8%に一致している。

$$P_V = b \cdot P_D = 2.361108 \times 9.1 = 21.4(\%) \quad (12)$$

又本表を基礎とし、直径階別の断面積・材積の生長率を示したのが第12表および第8図、第9図であり、変動は大きい直径と生長率との関係は認め難く、平均して18.8%、21.8%と見做してよい。

伯太・西岩坂の試験地では、直径7cm以上の林木はすべて伐採したが、本試験地では7cm以上の残存木の断面積と材積の増加量が全体の60%、68%も占めているわけで、若し中径木をすべて収穫した場合には、この間に $4m^3$ の生長量しか得られないことになる。なお第1試験地では、中径木の生長量が全体のうちに占める割合は62%であった。

同じ42本の資料によって樹高生長を検討した。平均樹高は6.14mから6.76mに生長したが、その間の生長率は僅か3%である。従ってこの $12.8m^3$ の材積生長を支配するのは断面積生長であり、択伐作業によってシラカシ低林の生長量の増大する原理は、形質良好な中径木により大きい肥大(断面積)生長が恒続的に促進されると言うことに帰すとも言える。又シラカシ皆伐低林の調査で、意外に高い密度水準を保持していることが明らかとなったが、択伐作業は林分密度の調整により断面積生長を利用する技術とみることもできよう。本試験地では収穫に適した中径木のうち75%も残存した形質のよい林木が、広葉樹林としては非常に大きい林分生長を持続する主役を演じ、従って短い回帰年で施業ができると考えられる。

において、面積 $173m^2$ の第2固定試験地を設定して、択伐実験を行なった。その後継時調査を行ない、林分構造・生長について研究しているが、試験方法および1962年測定資料による林分生長の経過を考察した。

1. 択伐木の選定は、直径13cm以上の大径木は収穫するが、残存木の生育空間を配慮しつつ、中径木のうち樹勢の劣るもののみ除伐する方針で行なった。その結果択伐率は本数で14.5%、断面積で50.4%、材積では56.4%となった。

2. 択伐実験の方法を直径の分布の面から考察すると、Meyer曲線式は択伐の前後で次のように変化する、

$$y = 2508 \cdot e^{-0.2294 \cdot x}$$

$$y = 3540 \cdot e^{-0.3329 \cdot x}$$

又直径分布の変化する状態を、直径の平均・分散および変動係数で表現すると、第7表のとおりで、他の各試験地での値に比し、その数値の変化が少ない。

3. 1962年11月の測定資料によると、萌芽が多く発生し又残存木の多くが進級生長した結果、断面積は択伐前の80%、材積は76%にまで回復した。この間の平均生長量は $12.8m^3$ と計算され、第1試験地の結果と同様に広葉樹低林としては非常に大きい生長を持続することが解った。又生長率は断面積で18.9%、材積で21.8%となる。

4. 直径階別に断面積・材積の生長率を求めたが、直径の大きさは関係が認められない。本択伐試験で健全な中径木を75%も残存したことによって、大きな生長量を上げ得たことが明らかとなった。即ち全生長量のうち直径7~12cmの中径木の生長が断面積で60%、材積で68.5%を占めている。シラカシ低林では択伐作業を行ない、林分密度を適度に調節して断面積の増大を計ることによって、短い回帰年で高い生産力を持続できるものと考えられる。

## 引用文献

1. 安井鈞・佐藤王昭・長畑省之：日林講，72：102～104，1962
2. 安井鈞：島根農大報告，11A：87～97，1963
3. 安井鈞：日林講，74：72～74，1963
4. 安井鈞・浜田明伸：島根農大報告，12A：89～98，1964
5. 安井鈞・浜田明伸・藤江誠：日林講，75：(未印刷)，1964

## 摘 要

1960年7月、島根県広瀬町下山佐のシラカシ択伐低林

### Summary

In July 1960, the author settled No. 2 permanent plot (area 173m<sup>2</sup>) of Shirakashi (*Cyclobalanopsis myrsinaefolia* Oerst.) coppice forest managed by selection method at Shimoyamasa, Hirose chō, Shimane Prefecture.

He has researched the condition (especially volume growth) of the stand in November 1962. The result were as follows :

1. Percentage of trees to be cut was 56.8% and the choice of Cutting trees was as follows.  
 Dominant class (D.b.h. 13 cm and over) : All trees were cut.  
 Middle class (D.b.h. 7-12 cm) : Good trees 75% of this class were reserved, and poor or injured trees was removed.  
 Over-topped class (D.b.h. 6 cm and under) : Only injured trees were removed.

2. The treatment of this coppice stand was shown by Meyer's formula :

$$\text{before cutting} \quad N = 2508 \cdot e^{-0.2294 \cdot D}$$

$$\text{after cutting} \quad N = 3540 \cdot e^{-0.3329 \cdot D}$$

On the other hand, the change process of structure of the stand by the statistic of the diameter distribution.

	mean D b.h.	variance of D.b.h.	coefficient of variation of D.b.h.
before cutting	3.51 cm	11.938	98.4%
after cutting	2.81 cm	5.847	84.3%

3. After cutting, the sprouts reproduced at almost every stumps, and he succeeded in the regeneration.
4. The current annual volum increase of this plot amounted 12.8 m<sup>3</sup> per ha (rate of increment was about 21.8%) from the inventory data. The continuous the net increase are wonderful amounts in the growth of coppice forest at the district.
5. The growth of middle class survivors of which 75% were reserved to 69% the whole growth of the stand (shown schematicalley in Table 12).