

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2報 下山佐第1固定試験地の測定資料による林分構造と林分生長の解析*

安井 鈞 (森林経理学研究室)

Hitoshi YASUI

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

2. The Analytics of Stand Structure and Forest Growth
by the Data from SHIMOYAMASA I Permanent Plot.

緒 言

1959年島根県広瀬町のシラカシ択伐薪炭林の調査を行ない、施業法(主として伐採)、林分構造および択伐木による生長量の推定などその測定結果については既に報告した。⁴⁾そして約2.5haの薪炭林から毎年400俵前後のシラカシ黒炭を生産していると云われる実績を充分裏づけし得る生長量のあることが推定された。当地方の薪炭林で連年14m³/ha以上の保続生産をする林分があることは想像もされなかったことで、特に土地の生産力が高いとは思えぬこの薪炭林が、これだけの生産を挙げていることは、こゝで採られている作業法が非常に勝れていることを示している。又2・3の特殊な伐採法を採用している薪炭林と比較して、本薪炭林は樹種の改良や高度の生長持続という点から考えて格段に優れていることも明らかとなった。⁴⁾

この択伐方式によるシラカシ薪炭林の実生長量の把握、林分構造の変化および生長法則を研究する目的で、択伐測定後この林分を第1固定標準地として継続調査を行なうことにした。すなわち、1959年2月の択伐実施後に林分内の全林木の胸高位置(根株より1.2mの高さ)に白ペンキで一重巻の印付けを行ない、又根株毎に一連番号をつけてその位置図を作成した。次に実生樹を除くすべての根株について正確な平面図を画き、小さい萌芽までも含めて根株内における生立位置を全立木について記録した。立木の測定は胸高周囲を巻尺でmm単位まで計り、樹高は測桿を用いて胸高以上のものは0.1m、それ以下はcm単位で悉皆調査した。又伐採測定木の年令と根株における生立位置などを勘案して各林木の年令の概略を推定した。

この薪炭林は村境附近の標高350mの山背に存在するが、試験地はその一部の東に面した傾斜約30°の林分である。試験地の設定面積はもっと大きいことが望ましかったが、従来根株を単位として施業されてきた薪炭林であり、又1回の伐採は30俵窯分の炭材量ずつ小面積ごとに行なわれてきているから、斉一な条件で広い林分を得ることは不可能であった。その上に、この林分の上方部は畑と接しているため、試験地としての条件は十分でなく、適当であるといえないかも知れない。

試験地設定後、毎年1回生長休止期に更新状態(萌芽)と胸高周囲・樹高の生長状況などを正確に測定してきたが、1962年3月初めの測定で林冠も閉塞し殆ど択伐前の蓄積に回復したとみられたので、伐採する予定で択伐木の選定を行なった。都合で晩秋まで延期することになり、実際に伐採はしなかったが、この選定資料を林分構造或いは施業法など比較する意味で前回の択伐資料と併せて取扱った。毎年連続して測定した記録をもって各年度における林分の変化した過程を詳細に述べるべきであるが、非常に繁雑になるので主として試験地を設定した1959年と3ヶ年経過した1962年の2時点における測定資料を対比しながら考察した。更新状態・林分構造の変化・林分の生長など検討した結果、3ヶ年の生育期間に択伐量に近い生長をしたことを確認し、又この択伐薪炭林の生長のしくみ、の輪郭をほぼはっきりし得たと考えられる。

なおこの期間中に萌芽促進の目的で一部の林木に対し枝打が行なわれたが、試験地内での枯損はなく又伐採も全然行なわれていない。

この測定調査に御援助頂いたこの択伐薪炭林の経営者山根乙市氏、当研究室の浜田明伸氏および成田恒美教授に厚く御礼申し上げる。

* この概要は第13回日本林学会関西支部大会で発表した。

資料の取まとめ方法

取まとめは主に1959年および1962年における測定資料に基づいて行なったが、試験地の面積測定・用いた材積表その他資料整理の前提或いは計算の基礎となる事項や方法の概要は次のとおりである。

この試験地は前述のように小面積であり、その上方周縁は畑と接しているから試験地として必ずしも妥当な林分ではない。林縁木は除外して充分な包護樹帯を設けるのが常識であるが、⁹⁾これ以上試験地を狭くしたくなかったのでその儘林縁を包むようにして設定した。そのため試験地の測量と面積測定には特に注意した。すなわち上方畑地との境界線は立木の樹冠水平投影を充分包むようにし、他の周囲線では隣接木との中間を縫う線を測量して、¹⁰⁾その結果試験地の確定面積は0.0332haとなった。

測定の正確を期す目的で、安定性のあると考えられる胸高周囲を巻尺によって繰返し調査したが、シラカシの樹幹断面の形状は複雑で厳密には円形や楕円形と仮定することは許されない。この薪炭林から得た54個の樹幹円板について実験の結果、¹⁰⁾断面の周囲を円周と見做して断面積の推定値とする場合は、胸高附近において平均3%程度の過大推定となり、そして真の断面積(G)と周囲から求められる円面積(g₀)の間には、

$$\hat{G} = 0.82 + 0.963468 \cdot g_0 \quad (1)$$

の関係があり、両者の間には有意差のあることが解った。しかし今回の資料の整理では便宜上、断面積の計算は周囲からの円面積をそのまま用いた。

又周囲階によって資料を分類することはやゝ繁雑となるので、便宜上測定した周囲を円周と仮定した場合の直径を1cmごとの直径階に区分した。すなわち胸高以上の林木について周囲長が4.5cm以下、4.6~7.6cm、7.7~10.8cm、……を直径1cm、2cm、3cm、……のように各直径階に区分し整理した。

次に材積および生長量などの計算では、主に立木幹材積表を用いたが、薪炭林の材積表あるいは広葉樹の材積測定については未知の分野が多いように考えられる。製炭の場合、末口径約2.5cmの炭材が取れるところまで長さ73cmずつに玉切られるから、この炭材の材積を対象とした利用材積(v)あるいは製炭の際燃料材となる粗朶からも同じ程度の歩止りで枝炭の収穫があることから炭材と粗朶材(平均全材積の10%程度)の材積を含めた全木材積(v')についての材積表が考えられ、前回の生長量推定では主に全木材積に対する1変数材積式で計算した。¹⁰⁾その材積式は(2)式(3)式であり、推定誤差率はともに26%程度である。

$$\log v = \sqrt{5.8503 + 2.69718 \cdot \log D} \quad (2)$$

$$\log v' = \sqrt{5.8854 + 2.71456 \cdot \log D} \quad (3)$$

又別に周囲長(l)と樹高(h)との2変数材積式を計算し次の(4)式(5)式を得たが、前述のように周囲による資料整理は厄介であり、又この式において樹高への回帰は両式とも有意ではなく、樹高の項を削除しても誤差率はそれ程低下しないことから直径のみによる1変数材積式で充分といえよう。

$$\log v = \sqrt{6.4870 + 2.40851 \cdot \log l + 0.52353 \cdot \log h} \quad (4)$$

$$\log v' = \sqrt{6.5107 + 2.39971 \cdot \log l + 0.57172 \cdot \log h} \quad (5)$$

炭材の収穫という見地からすれば、薪炭林の材積表は前記の炭材或いは全木材積表を使用するのが妥当と考えられるが、一般に立木材積表は広葉樹の場合も幹材積について作成されているようである。従ってこの調査でも他との比較が可能なるように改めて立木幹材積表を作成し、それにより林分材積や生長量を算定した。求めた材積式は(6)式のとおりであるが、他の地方の広葉樹材積式¹⁰⁾¹¹⁾(7)式(8)式に比較して僅かに低い数値を与えるとはいえその間に有意差はない。(6)式の単木推定の誤差率は28%である。

$$\text{(本試験地)} \log v'' = \sqrt{4.0636 + 2.46663 \cdot \log D} \quad (6)$$

$$\text{(鳥取)} \log v'' = \sqrt{4.3361 + 2.25588 \cdot \log D} \quad (7)$$

$$\text{(隠岐)} \log v'' = \sqrt{4.2588 + 2.32514 \cdot \log D} \quad (8)$$

検定の結果、(2)式(3)式(6)式の間には常数間に有意差が認められるから、目的によって使いわけをすればよい。林分材積の計算に使用して、(3)式の全木材積が最も大きい数値を与えることは当然であるが、(2)式は(6)式に比較して小さい直径階では低いが、10cm以上の直径階になると枝条部からの炭材量が殖えて逆に相当高い値を与える。

なお、シデ・タブなどシラカシ以外の樹種については本数も僅かであるので、こみにして材積計算を行なった。又この試験地内には1962年3月現在直径18cmと49cmの30~45年生のスギが2本混生しているが、この取りまとめでは一応これを無視して考察をすゝめた。

この研究に關した既報告¹⁰⁾¹¹⁾では、調査した林分がこの試験地と完全に一致しておらず面積が相違すること、全木材積表を用いたこと、回帰年を3年と仮定したことなど計算の基礎が異なっていた。従って本報告における数値よりもいずれも過大な結果となっているが、今後はすべてこの取扱ひ方によることとし、全面的に数値の訂正を行なっていることを断っておく。

萌芽更新

1959年の伐採で小径木も含めて合計68本がこの林分から収穫された。本数にして14.8%、材積で53.8%の択伐

率であるが、このうち炭材として適当な大きさ（直径4 cm 以上）の林木のみ伐採されたのではなく、寧ろ現在よりも良い林分をつくるという林分保育的な見地から、将来の生長を期待し得ない樹勢の悪い林木や他の生長を妨げている林木が多く伐採木に選定され、一方では利用可能な健全なものが多く残存木となった。すなわち、各直径級全般に亘って伐採が行なわれ、連続的な更新を図ると共に樹勢のよい健全な残存木に充分な生育空間を与え、林分を一層良好な状態に誘導するよう考慮されている。又林分中に約6%混交していたシデ・ヤマザクラ・タブなどはそのうち約80%が除伐された。

さて、伐採の行なわれたシラカシの26個の根株から萌芽が発生し始め、1959年末には244本となり、翌年度には5本が枯損したが結局差引84本増加し、更に第3年目にも73本が新生し1962年1月の調査では総萌芽数は384本となった。それを高さ別に分類して示すと第1表のようになるが、ここで注目されるのは林冠の疎開によるためか22の無伐採株からも多数の萌芽が発生したことで、3年後で125本が生育し全体の32.6%を占めている。なおシラカシで全然萌芽の発生をみない伐採株はなく又殆どが株萌芽である。又除伐されたヤマザクラ・タブの萌芽は旺盛な生育をしてその都度摘除されたが、シデなどは全く発芽しなかった。

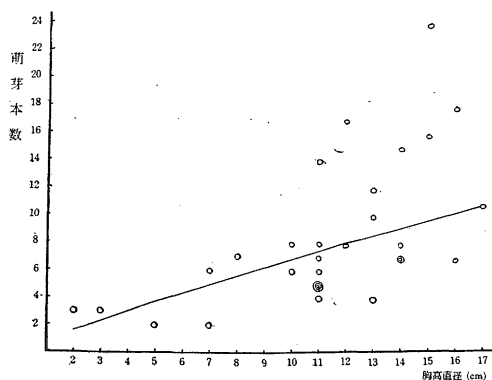
第1表 萌芽の経年変化

年度 高さ m	1	2	3	
			現実値	理論値
0.2	105	47	37	41.5
0.4	70	72	77	87.4
0.6	49	67	89	78.1
0.8	16	51	63	61.1
1.0	4	40	41	44.6
1.2		29	32	30.8
1.4		16	19	20.1
1.6		6	10	12.3
1.8			9	7.2
2.0			3	3.8
2.2			3	1.8
2.4			1	0.8
発生	244	89	73	
枯損		5	17	
計	244	328	384	

株当たり萌芽数は全体で平均8本、伐採株のみの平均は約10本となる。その変動は大きいから、母幹直径(D)の増大にともなって萌芽数(y)が増加する傾向がみられるので、30本の資料を用いて回帰計算を行ない(9)式を得た。

$$y = 0.94875 \cdot D^{0.866166} \quad (9)$$

この関係を第1図に示すが、回帰は有意で両変数間の相



第1図 母幹直径と萌芽数の関係

関係数は $r = 0.66545$ となった。しかし無伐採根株から萌芽更新している事実などからみても、萌芽の発生は生理的要因その他に大きく左右されるものと思われる。

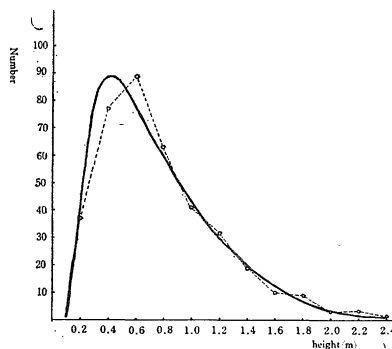
萌芽の生長は個体間の差が大きく、度数分布図を画くと広範囲に分布するが、平均長は0.77mである。そして全萌芽中の12.8%に相当する44本が1 cm 直径階に、5本が2 cm 直径階にそれぞれ進級生長した。この度数分布に対して、Pearson 系度数曲線のあてはめを試みて判別式でI型となったので、曲線方程式を計算し、(10)式を得た。

$$y = 88.79 \left(1 + \frac{x}{1.00660} \right)^{0.35520} \left(1 - \frac{x}{15.95649} \right)^{5.63058} \quad (10)$$

曲線の出発点は0.093m、モードは0.394mである。この方程式により曲線を描き第2図に示した。そして各直径階の理論度数(第1表参照)を計算して、適合度の検定を行なった結果次のとおりである。

$$0.90 < P(x^2) < 4.45 < 0.80$$

従ってI型度数曲線(10)式は分布法則をよく表わしていると判定される。



第2図 高さ別新生萌芽の度数分布

一方、下種更新はこの期間中に全然行なわれなかった。1962年における試験地の林木構成をみると、実生樹は30本（うち5本はシデなど）で総本数の6%しか存在せず殆どが萌芽更新によって成立した林木であることから、従前から天然下種による更新は余り行なわれなかったと考えられる。この試験地内には周囲の長さ5m以上の根株を初めとし大きな根株が多く存在しているが萌芽更新の繰返しによる結果、根株の肥大発達の著しいのもこの林分の大きな特徴であろう。

又1959年の秋、ケヤキ・カエデの除伐後できた空隙に対し、養成された3年生の実生苗が1穴に2本ずつ7ヶ所に植栽された。それらは全部活着し順調に生育しているが、その中の3本が直径1cm 階に進級生長した。

林分構造の変化

(1) 樹種

この薪炭林ではシラカシの炭材生産を目的としているから、シラカシの保育と生育空間を考慮しながら極力それ以外の樹種は除伐する方針をとっている。従って1959年ではシデ・タブその他の樹種が26本（5.7%）存在したが、択伐の際に除かれた結果シデ4本、コナラ・タブ各1本計6本（1.2%）が残存するのみで、これらも伐採木選定の結果1962年の択伐で全部除伐され、シラカシの完全な純林となる予定である。

この薪炭林で行なわれている作業法は一方では除伐による空隙には補植によってシラカシの増殖が図られてはいるが、あくまでも萌芽による更新が主体であり、他の樹種を一度に整理するといった急激な干渉はしない。そして生育空間を無駄なく利用して最高の生長を持続するようにしながら漸次純林に近づける方法であるといえる。

(2) 直径階別本数分布

1959年の伐採で直径1cm 以上の林木のうち、その約85%に相当する林木が残存した。伐採株と無伐採株から多数の萌芽が発生し、前述のように萌芽と植栽木を合せて52本が進級生長したが、1959年現在胸高未満であったもののうち45本が進界し、合計するヶ年間の進級生長量は97本となった。393本の残存木（最大直径12cm）もそれぞれ直径階をこえて多くが進級し、結局前回の択伐前本数に対し106%と総本数は増加した。

又1962年の伐採木選定資料によって択伐前後における林分構造の変化をみると、本数で19%の択伐率となり、ほぼ1959年の択伐時と伐採方法が近似しており同じ様な林分の構造変化をすることが認められた。その詳細を第2表に示す。

Meyer, H. A. (1961) は逆J字型をなす択伐林や天然生林の研究で、林分構造を表わすのに (11) 式の本数曲線

第2表 択伐による直径階別本数の変化

直径階	1959年択伐		1962年択伐	
	前	後	前	後
1	160	149	189	158
2	113	99	92	70
3	48	43	69	57
4	21	18	30	24
5	25	22	20	20
6	23	21	20	16
7	12	11	14	11
8	13	12	12	9
9	7	6	10	5
10	11	8	13	11
11	12	3	5	2
12	4	1	6	
13	3		3	1
14	4		6	
15	2			
16	2		1	
17	1			
計	461	393	490	394

$$y = k \cdot e^{-a \cdot x} \quad (11)$$

を用いたが、この択伐資料でもこの様な分布型⁽⁹⁾でありこの本数曲線の適合が考えられる。1959年と1962年における択伐の前後における Meyer 式本数曲線の常数、係数の変化を比較すると第3表のようになる。

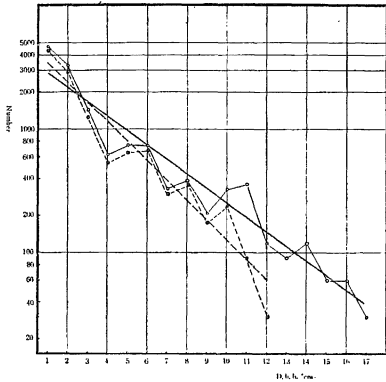
第3表 Meyer 式直径階別本数曲線の係数の択伐による変化

区	分	k	a
1959年択伐	前	3631	- 0.26998
	後	4918	- 0.37126
1962年択伐	前	3829	- 0.27376
	後	4295	- 0.35608

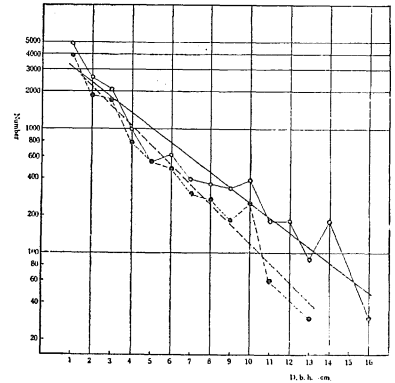
この計算は ha 当りの数値に換算して行なってあるが、これを第3図、第4図に示す。そして4本数曲線間の回帰の差の検定を行なった。先ず Bertlett の分散の一樣性の検定をしたが次のごとく斉一と見做し得る。

$$0.98 < P(\chi^2) < 0.1914 < 0.95$$

しかし回帰係数間の検定の結果は、第4表に示すように5%水準で有意差が認められた。また1959年と1962年の択伐前後の間の有意差を各々検定して、次に示すように前後2回の択伐とも択伐前と択伐後の回帰係数の間には有意差のあることがわかった。



第3図 1959年の択伐前後における直径階別本数曲線の変北



第4図 1962年の択伐前後における直径階別本数分布の変化

第4表 回帰係数間の分散分析

要因	平方和	自由度	平均平方
回帰	16.86649760	1	※
回帰間	0.33636193	3	0.11212064
誤差	1.49692786	49	0.03054955
計	18.69978739	53	

第5表 2回の択伐前間における回帰の差の検定

要因	平方和	自由度	平均平方
回帰	9.89132711	1	
回帰間差	0.00046050	1	0.00046050
常数間差	0.00158264	1	0.00158264
誤差	0.82132761	28	0.02933312
計	10.71469786	31	

第6表 2回の択伐後間における回帰の差の検定

要因	平方和	自由度	平均平方
回帰	7.42553235	1	
回帰間差	0.00322907	1	0.00322907
常数	0.00035917	1	0.00035917
間差誤差	0.67560025	20	0.03378001
計	8.10472084	23	

1959年 $F_0 = 6.56 > F_{25}^1(0.05) = 4.24$

1962年 $F_0 = 4.346 > F_{24}^1(0.05) = 4.24$

次いで、2回の択伐時における択伐前の回帰と択伐後の回帰間について検定を行なった結果、第5表・第6表に示すとおり択伐前、択伐後の回帰ともその間に有意差は認められない。このことから択伐後3ヶ年の期間に本数分布の状態はもとの構造に大体回復したといえる。小

面積資料であり、直径階は細分しているため分布の変動は大きく、いずれの曲線も適合度はよくないが、前後2回の択伐法は大体近似しており、これによって山根氏の施業法の概略が推察できよう。

なお両択伐における平均の曲線を択伐前と択伐後について計算すると Meyer の本数曲線式は (12) 式 (13) 式のようになる。

択伐前 $y = 3727 \cdot e^{-0.271778 \cdot x}$ (12)

択伐後 $y = 4592 \cdot e^{-0.363472 \cdot x}$ (13)

(3) 樹高階別本数曲線

胸高以上の全林木をもって 0.5m 単位の樹高階別本数の度数分布をみると、直径の場合と同様に Meyer 曲線の適合が考えられるので、ha 当りに換算して2時点の4回帰について計算して第7表に示すような曲線式の常数

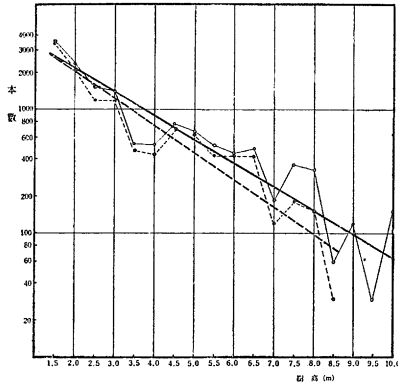
第7表 樹高階別本数曲線の係数の択伐による変化

区 分		k'	a'
1959年択伐	前	4981.5	-0.4351467
	後	5443.5	-0.5006127
1962年択伐	前	5250.9	-0.4326756
	後	4921.8	-0.4890775

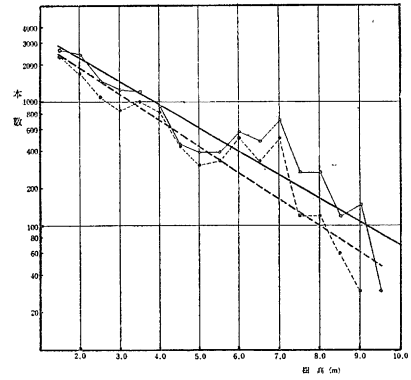
係数を得た。回帰係数はいずれも著しく有意と検定されたが、この本数曲線を第5図、第6図に示す。

次に4回帰方程式間の差の検定を行なった。先ず x^2 -検定で等分散と認められたので、回帰常数・係数間の検定 $0.90 < P(x^2 > 0.605) < 0.80$

定をした結果その間に有意差は認められなかった。それを第8表に示すが、実際には択伐後は樹高の上限値、平均値とも僅かに低下しているとはいえ、分布の変動が大きい関係もあって統計的に有意差のない結果になったと



第5図 1959年の樹高階別本数曲線の択伐前後における変化



第6図 1962年の樹高階別本数曲線の択伐前後における変化

第8表 樹高階別本数曲線間の有意差検定

要因	自由度	平方和	平均平方
回帰	1	18.37759042	
回帰間差	3	0.18027669	0.06009223
常数間差	3	0.35987311	0.11995770
誤差	62	2.75871659	0.04449543
計	69	21.67645681	

思われる。しかし直径階別本数分布の場合と異なり、択伐による林分の垂直方向の構造変化は比較的少ないといえよう。

(4) 林令・平均直径および平均樹高

異令林の林令については種々の算定式があり、⁽⁵⁾⁹⁸⁰⁹その考え方についても問題点があると考えられる。前述のようにこの林分内のすべての林木について概略の年令を推定したので、Block の材積令、Lorey の断面積令、

第9表 林令の択伐による変化

区分	材積令	断面積令	本数令	
1959年択伐	前	16.96	15.40	8.79
	後	14.18	13.28	7.89
1962年択伐	前	16.93	16.02	10.08
	後	14.71	13.98	9.27

Andreの本数令についてそれぞれの場合の平均林令を算定した。その結果は第9表に示すが、択伐による林令の変化は非常に小さいことがわかる。なおこの計算は直径1 cm以上の全林木について行なったが、材積令は1変数材積表を用いた。

次にこの林分の平均胸高直径を第2表に基づいて、直径1 cm以上全体と2 cm以上の場合について計算したが、継時調査間に大きな差異は認められず、3ヶ年間に択伐前の数値に回復したことがわかった。

又それぞれの時点における平均樹高について計算したが、平均直径と同様に択伐による変化は少なく、むしろ1962年には前回択伐前の数値より少し高くなっている。

平均直径・平均樹高の計算結果を第10表に示す。

第10表 択伐による平均直径と平均樹高の変化

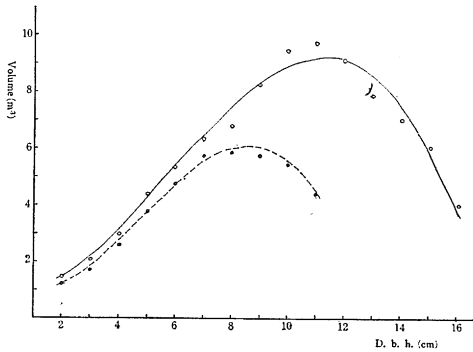
区分	平均直径 (cm)		平均樹高 (m)	
	1cm以上	2cm以上		
1959年択伐	前	3.47	4.77	3.40
	後	2.91	4.07	3.10
1962年択伐	前	3.45	4.77	3.57
	後	3.07	4.27	3.41

(5) 直径階別材積分配曲線

1959年および1962年の択伐前後における直径階別材積

第11表 択伐による直径階別材積分配曲線の係数の変化

区分	a	b	c	d	
1959年択伐	前	0.73	0.04125	0.190714	-0.011392
	後	0.74	0.17600	0.259091	-0.019347
1962年択伐	前	1.65	-0.18914	0.211477	-0.012080
	後	2.99	-1.36036	0.424883	-0.026593



第7図 1959年の直径階別材積分配曲線の変化

分配について、3点移動平均してこの関係を見ると2次以上の曲線回帰が予想されたので、多項式

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3 \quad (14)$$

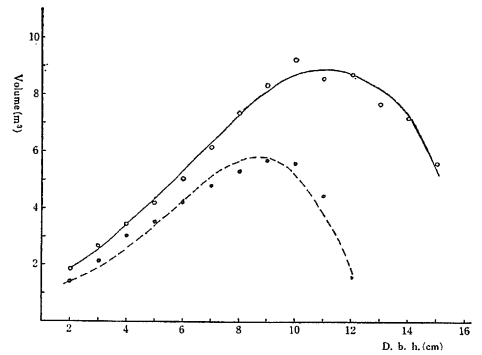
の形で4曲線回帰の最小自乗計算を行なった。各回帰係数は何れも有意性を示したが、得られた回帰の常数・係数を示すと第11表のとおりで、又その曲線を画けば第7図、第8図のようになる。この2つの材積分配曲線を比較してみると、3ヶ年経過した1962年には大体もとの状態に接近しており、択伐前後の変化状態は近似しているとみることができる。

林分の生長

継時調査の結果、この期間に本試験地内の各林木は97本の進級生長も含めて大きく生長し、前述のように略択伐前の林木構成状態に到達した。次にこの林分の生長量とその内容について検討したが、既に報告した推定量¹⁴⁾と差異のない材積増加をしたことが確認され、又この施業林の生長のしくみ、の大意が把握できた。前述のように1959年の択伐後に残存された林木はこの生育期間中

第12表 残存木の期間前後における直径階別の平均直径および生長率

直径階	本数	直径平均値		生長率	
		D ₀	D ₃	現実値	補正值
2	97	1.83	2.65	13.1	11.2
3	43	2.92	3.86	9.7	10.6
4	18	3.98	5.13	8.7	9.9
5	22	4.98	6.52	9.3	9.5
6	23	5.98	7.92	9.8	9.2
7	10	6.94	9.22	9.9	9.0
8	12	8.01	9.99	7.6	8.9
9	6	8.90	11.46	8.7	8.7
10	8	10.01	13.23	9.6	8.6
11	3	10.96	13.35	6.8	8.6
12	1	12.32	16.27	9.7	8.5



第8図 1962年における直径階別材積分配曲線の変化

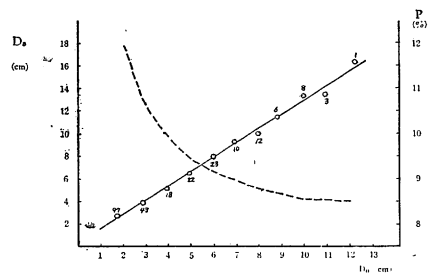
に1本の枯損もなく又伐採は全然行なわれていないから、林分の材積生長量を扱う場合に使い分けられる粗生長量 (Gross growth), 純生長量 (Net growth) および純増加量 (Net increase) は同一の数値となるからここでは特に区別する必要はない。

(1) 直径の生長

先ず試験地内のシラカシの直径は前報告で推定した以上の肥大生長をしたことが測定結果から明らかとなった。いま1959年において直径2 cm以上であった243本の3ヶ年の維時間における生長を直径階毎の平均値で表わすと第12表のようになる。この対応する直径値間の関係は直線回帰とみなされるので回帰の計算を行なって次の(15)式を得た。

$$D_3 = 0.311 + 1.251046 \cdot D_0 \quad (15)$$

そしてこの回帰式によって直径階毎の直径生長率を求め(15)式による回帰直線と共に第9図に示した。



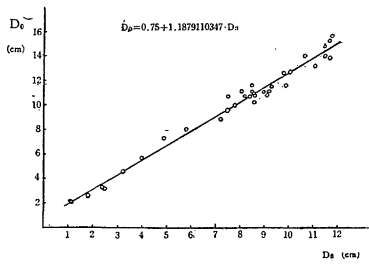
第9図 1959年の残存木の直径と同一木の1962年における直径との関係及び直径生長率

1959年の択伐木のうち直径12 cm以下の33本の解析木資料を用い、3年前の直径 (D₋₃) と現在直径 (D₀) の関係を計算し(16)式を得た。

$$D_0 = 0.750 + 1.187911 \cdot D_{-3} \quad (16)$$

第10図に示すごとく(16)式は本試験地資料による回帰式(15)式より僅かに低いことが解るが、この両式の間には有意差はない。

(2) 材積生長



第10図 解析木資料による3年前直径と現在直径の関係 (D_3) (D_0)

1959年と1962年の調査資料によって幹材積を3径級に区分して示すと、第13表のようになる。この表から本林分は3ヶ年の生長期間に択伐前材積の91%に達し、平均14.8m³/haの連年生長をしたことがわかる。そして択伐量に対して3ヶ年の成長量は84.3%になる。なお利用材積・全木材積について計算したところ連年生長量はそれぞれ16.7m³/ha、18.4m³/haとなった。そして3径

14.2%である。

さてこの林分の生長量は推定値⁽¹⁶⁾と大差はなく、薪炭林としては非常に大きい数値であることがはっきりした。その増加量の内容は、この期間に進級した97本を含んではいるがそれは僅かな量であって、殆んどが択伐の際に残存された林木が生長した結果であることは明瞭である。残存木がその後3ヶ年間にどのように生長したかは直径の生長から推察できるが、1959年に直径が2cm以上であった残存木の材積 (V_0) が3年後に生長増大して到達した材積 (V_3) を対比してみれば解りやすい。すなわちその差が直径階別の生長量 (或いは増加量) となるわけで、詳細を第15表に示す。又直径階別に残存木のもとの材積とその後その材積が3ヶ年になしとげた増加量について第11図に示した。

第13表その他をみればわかるが、炭材として利用できる中径木 (直径7~12cm) の残存率は1959年の択伐では本数で69.5%、材積で58.6%であったし、又1962年では

第13表 択伐による径級別本数および材積の変化

区 分		小		中		大		計	
		本 数	材 積	本 数	材 積	本 数	材 積	本 数	材 積
1959年択伐	前	390	0.5986	59	1.6775	12	1.0083	461	3.2844
	後	352	0.5342	41	0.9835			393	1.5177
1962年択伐	前	420	0.5992	60	1.6392	10	0.7523	490	2.9907
	後	345	0.5057	38	0.9056	1	0.0634	384	1.4747

表14第 ha当り本数、断面積、材積および径級別材積百分率の択伐による変化

区 分		ha当り			材 積 百 分 率 (%)		
		本 数	断面積 m ²	材積合計 m ³	小 径 木	中 径 木	大 径 木
1959年択伐	前	13,890	24.81	98.93	18.2	51.1	30.7
	後	11,830	13.31	45.71	35.2	64.8	—
1962年択伐	前	14,760	23.27	90.08	20.0	54.8	25.2
	後	11,570	12.85	44.42	34.3	61.4	4.3

級に区分した ha 当りの本数・材積および材積の百分率を示すと第14表のとおりで、前記の材積分配曲線でも明らかのように林分の構造は1959年の状態に近づいていることを示している。断面積合計について第14表に示してあるが、前回の択伐量に対する回復率は86.6%となる。

シラカシ以外の樹種の材積はシラカシ材積表で計算して、1959年の択伐前1.4%、1962年では1.1%含まれているが、今次の択伐で全部除伐されることになっている。そして試験地内の実生木は6%の本数を占めるに過ぎないが、その材積は1962年に ha当りで12.6m³/ha 全体の

本数で63.3%、材積で55.2%の残存率となる択伐がされることになっている。そしてこの7~12cmの直径級の生長量は全増加量の約62%を占めていることがわかる。

第14表に示した材積生長率 (P) と直径 (D) との関係を見ると、直径生長率の場合と同様直径の大きくなるに従い漸減する傾向がみられる。指数曲線型とみて回帰計算を行ない (17) 式を得た。

$$\log P = 1.54266 - 0.199468 \cdot \log D \quad (17)$$

しかし回帰係数は有意でなく従って第12図に示すように直径には関係なく一定の生長率24%であると見做してよ

第15表 残存木の直径階別3ヶ年の幹材積生長量および生長率

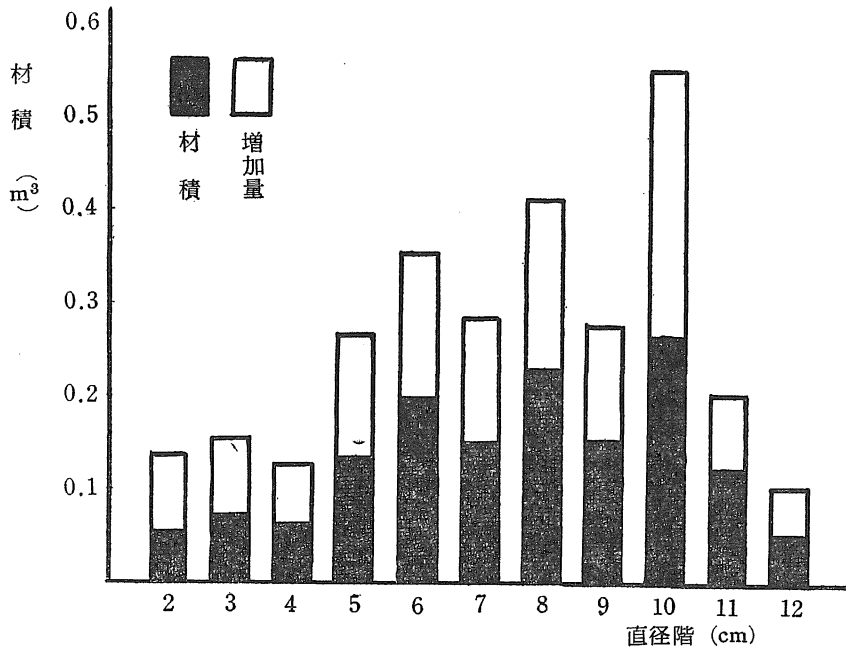
直径階	本数	V_0	V_3	期間生長量 z	生長量累積百分率	生長率
2	97	0.0495	0.1365	0.0870	100.0	40.2
3	43	0.0731	0.1547	0.0816	93.6	29.1
4	18	0.0630	0.1268	0.0638	87.7	26.2
5	22	0.1342	0.2678	0.1336	83.0	25.9
6	23	0.1995	0.3508	0.1513	73.4	20.7
7	10	0.1529	0.2834	0.1305	62.1	22.4
8	12	0.2316	0.4108	0.1792	52.7	21.0
9	6	0.1542	0.2838	0.1296	39.5	22.5
10	8	0.2664	0.5481	0.2817	30.0	27.2
11	3	0.1263	0.2029	0.0766	9.5	17.1
12	1	0.0521	0.1055	0.0534	3.9	26.5
計	243	1.5028	2.8711	1.3683		24.0

いとも考えられる。進級生長量も含む全増加量は 1.473 m^3 であるから材積生長率は 25.3% という計算になり、何れにしても相当高度の生長を持續する林分であることが確認された。

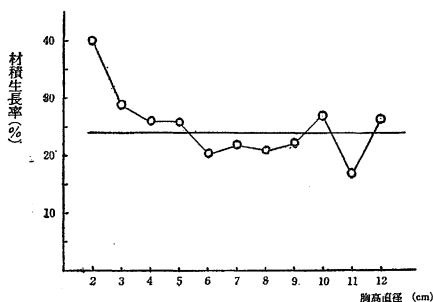
もし他の条件が不変であると仮定すると、全生長量の 62% を占める直径 7 cm 以上の立木を全部伐採するとき (択伐率は本数で 32.4% 、材積で 83.7%) にはその後の連年生長は $6.2 \text{ m}^3/\text{ha}$ に低下し、従って回帰年は長くなってしまふであろう。又直径 6 cm 以上を全部伐採したとすれば生長量は $4.7 \text{ m}^3/\text{ha}$ 、更に炭材に利用できる

4 cm 以上の立木を全部伐るとすれば、伐採後の当分は $2.75 \text{ m}^3/\text{ha}$ (全増加量の 18.6%) しか生長せず、当然回帰年は相当長くなり、生長の過程も皆伐林に近いものとなるであろう。

皆伐林では幼時の微弱な期間があるが択伐林では主要木が常に旺盛な生長力を保持しつつある期間に、一方では萌芽の微弱な生長もダブらせて経過していくから、⁽⁶⁾⁽⁷⁾ この薪炭林はその間変動の少ないしかも高度の生長をなし得ると考えられる。要するに山根氏の施業するシラカシ薪炭林が恒続的に高度の生産を行なっている基調は、



第11図 1959年における残存木の直径階別材積とその後3ヶ年間の材積増加量



第12図 直径と材積生長率の関係

約言すればシラカシのもつ特性を活用し、保育と収穫のバランスを巧みに調和させていることであろう。すなわち、炭材に適当な林木であっても支障のない限り、生長力のある中径級の多くの林木が保残されることで、択伐後適当な更新を行なうと共に十分な生育空間を与えられた残存木の旺盛な生長を利用して、連年の生長量が伐採によって大きく変化(低下)することなく、略一定に保たれるように経営していることにあると云えよう。

(3) 解析木による生長量の推定

この薪炭林に対する生長予測については稿を改めて述べる予定であるが、択伐木の解析資料によって生長量を推定した結果について簡単に述べる。

このような施業を採っている林分でランダムに伐採木を選定することはできないから従って不偏推定値を求めることは不可能と考えられる。従って択伐木のうち31本の解析木資料を用いて、現在直径 (D_0) と過去の直径 (D_5) の関係、たとえば5年前直径の (18) 式

$$D_5 = -0.60 + 0.674184 \cdot D_0 \quad (18)$$

から1変数材積表を用い、期間前後の材積差によって生長量を計算したが、誤差率は大きい。この方法で推定生長量は $17.3 \text{ m}^3/\text{ha}$ 、推定誤差率は約30%となった。

次に3年前の直径が12cm以下の資料33本を用い、3年前直径 (D_{-3}) と過去3年間の幹材積生長量 (z) の関係を計算して (19) 式を得た。

$$\log z = 4.3724 + 2.044026 \cdot \log D_{-3} \quad (19)$$

この回帰の95%信頼帯は (20) 式のようになり、推定誤差率は12%となった。

$$S_z^2 = 2 \times \sqrt{0.01295(0.3686 - 1.604776 \cdot D + 0.475909 \cdot D^2)} \quad (20)$$

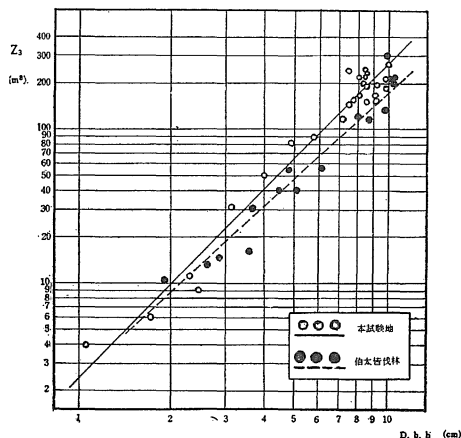
その結果、3ヶ年間の生長量は $43.4 \text{ m}^3/\text{ha}$ と推定され、真の生長量 $44.4 \text{ m}^3/\text{ha}$ に対し、-2.1%の誤差となり比較的よい精度で推定できた。

1961年島根県伯太町で27年生のシラカシ・シイを主林木とする皆伐薪炭林を調査し、 $244 \text{ m}^3/\text{ha}$ の蓄積をもつことが測定資料で判明したが、その林分で16本のシラカシを樹幹解析し (19) 式と同じ関係の回帰式を計算し

(21) 式のようにになった。

$$\log z = 4.4395 + 1.797890 \cdot \log D \quad (21)$$

この (19) 式 (21) 式を比較すると、本試験地の回帰が高く、生長のよいことがわかるが、検定の結果回帰常数間に有意差が認められた。この両回帰式を第13図に示す。



第13図 解析木による3年前直径と最近3ヶ年間の材積生長量の関係

摘 要

1959年2月島根県広瀬町のシラカシ択伐薪炭林内で固定試験地を設定し、継時調査を行なった。毎年更新状態、林分構造および蓄積の変化する過程を測定したが、1962年における調査の結果伐採後3ヶ年で前回の択伐量に近い生長をしたことが確認され、又この薪炭林の生長のしくみについて考察しその大要を把握できた。

1. 試験地の面積は 332 m^2 としたが、小面積であるので測定には十分注意した。立木測定値は胸高周囲について行なっているので円周の値と見做し、1 cm の直径階に分類した。

材積は立木幹材積について計算することとし、次の1変数材積式を基礎としている。

$$\log v = 4.0636 + 2.46663 \cdot \log D$$

2. 択伐後、下種更新は全く行なわれず専ら萌芽によって連続的に更新した。伐採をしない根株からも多数の萌芽が発生した。1962年2月における新しい萌芽総数は384本で、平均萌芽長は77cmであるが、その内49本が進級生長し、又萌芽の度数分布は第2図のように Pearson 係数曲線の I 型曲線がよく適合した。

3. 直径階別本数曲線を Meyer 式によって計算し、3ヶ年間に択伐前の状態まで林分構造が回復したことがわかった。この薪炭林における作業法の型式の大要は、次式のように表わし得ると考えられる。

択伐前 $N=3730 \cdot e^{-0.272 \cdot D}$

択伐後 $N=4590 \cdot e^{-0.363 \cdot D}$

同様の曲線式で樹高階別本数分布を計算し、この場合は択伐による林分構造の変化は有意差なしと判定された。

4. この期間の前後における残存木の直径を対比し、次に示す一回帰式を得た。

$$D_3 = 0.311 + 1.251046 \cdot D_0$$

本試験地における3ヶ年間の連年生長量は幹材積で計算して $14.8 \text{ m}^3/\text{ha}$ (炭材材積で $16.7 \text{ m}^3/\text{ha}$, 全木材積で $18.4 \text{ m}^3/\text{ha}$) となった。この材積増加量は進級生長量を含んでいるが、薪炭林としては非常に大きい生産量である。なお期間中における枯損木・伐採木は全然ない。

第15表、第11図に示すように、直径階別の残存木の生長を検討した結果、平均24%の材積生長率であることが計算され、そして中径級(直径7~12cm)の残存木が全生長量のうち62%占めていることが判明した。本択伐薪炭林が高い生産力を維持している根源は13cm以上の上層木は殆んど伐採収穫されるのは勿論であるが、7~12cmの径級では約30%程度の択伐が行なわれ、残存した樹勢のよい多くの中径木が旺盛な生長をすることにあるといえよう。

引用文献

1. Beers, T. W. : J. Forestry 60(4) : 245-248, 1962.
2. Forbes, R. D. and A. B. Meyer : Forestry Handbook 1956 Ronald Press Section 1, p. 90-98
3. Meyer, H. A. et al : Forest Management 1952 Ronald Press p. 140-163.
4. 嶺一三 : 金山の大杉林 1951 秋田営林局
5. 嶺一三 : 測樹 1952 東京 p. 108-111.
6. 嶺一三 : 林業技術 112 : 13-16 : 1951.
7. 嶺一三 : 薪炭林の施肥法改善 1950 東京
8. 三善正市 : 宮崎大演報 3 1959.
9. 西沢正久 : 林試報告 129 : 1-159, 1961.
10. 西沢正久 : 森林測定法 1959 東京
11. 大北英太郎 : 鳥取林試報 2 : 37-45, 1957.
12. 佐藤良一郎 : 数理統計学 1952 東京 p. 139-185.
13. 鈴木外代一 : 測樹学 1943 東京 p. 406-416.
14. 安井鈞他2名 : 島根農大研報8A : 121-130, 1960.
15. 安井鈞他2名 : 日林講 72 : 102-104, 1962.
16. 安井鈞 : 島根農大研報 10A : 141-145, 1962.
17. 安井鈞 : 隠岐島平均収穫表, 成長予測表および立木材積表作成説明書 島根県 1955.
18. 吉田正男 : 測樹学要論 1930 東京 p. 347-369.

Summary

In 1959, the author setted up a permanent sample plot in just after cut stand at a shirakashi (*Cyclobalanopsis myrsinaefolia* Oerst.) a selection coppice forest managed by Mr. O. Yamane. Ever after he continued studing of this forest, especially of sources of the high productivity. This paper will report the regeneration by sprouts, the change of forest structure and the growth of stand volume as a study on the growing structure of this forest.

The permanent plot were measured annually for three years of growth period. And the result of third inventory for the plot shown that the forest structure and the growing stocked were recovered neary so far as appearence of before cutting in 1959.

He observed as follows.

1. The size of permanent plot decided upon 0.0332 ha and the measure of trees carried out by the tape(mm unit) at every inventories.

The calculation method of volume at each invevtries adopted following the local volum table (volume per tree by d. b. h. class).

$$\log V = \bar{4} 0636 + 2.46663 \cdot \log D$$

2. After cutting, the forest reproduction performed chiefly by regeneration under sprout meth-od continuously. In February 1962, the total number of sprouts was 384, the mean of sprouts length was 77 cm and of these 49 were ingrown to the measurementable class.

The distribution of new sprouts length fitted with Type I of Pearson's distribution curve.

3. Result of calculation of tree number curve per diameter class by Meyer's formula, the stand structure of this plot recovered to before cutting condition for the three years of growth period.

The treatmental method of this coppice forest is expressed nearly as following formulas.

$$\text{before cutting} \quad N = 3730 \cdot e^{-0.272 \cdot D}$$

$$\text{after cutting} \quad N = 4590 \cdot e^{-0.363 \cdot D}$$

4. The relationship of between the initial diameter and final that for the growing period of the same survivor trees is shown by the following a straight line.

$$D_3 = 0.311 + 1.251046 \cdot D_0$$

The current annual increment for three years of this permanent plot calculated amounts to 14.8m per ha (the rate of increase is about 25%) from the inventory data. The continuous net increase and increment percent are wonderful amounts in the growth of coppice forest.

It is the fundamental treat principle of this forest that the utility middle class tree (7—12cm d. b. h. class) is saved about 70% good sprouts of the whole at cutting works. Naturally, large class trees (13 cm or more d. b. h. class) and badness of else class is harvested on raw materials of wood—charcoal or fuel woods. The increase of this middle class survivors taked up approximately 62% of the whole growth of the plot (shown schematically in Fig. 11 and Table 15).