

暖帯広葉樹の成長と林分構造 第2報

樹種および樹種群ごとの成長の特性についての検討

栗 屋 仁 志⁽¹⁾・本 田 健 二 郎⁽²⁾椎 林 俊 昭⁽³⁾・小 幡 進⁽⁴⁾

Hitoshi AWAYA, Kenjiro HONDA, Toshiaki SHIBAYASHI and
Susumu OBATA : The Growth and Stand Structure of Warm-
Temperated Broadleaved Evergreen Forest (II)

—Study of growth properties for each species and species groups—

要 旨：この報告は、暖帯広葉樹林の樹種改良試験地における1939年から32年間に16年間隔で行った3回の調査に基づいて樹種および樹種群ごとの成長の特性を分析し、皆伐、択伐、無施業による効果を探究したものである。

1939年における試験地内の全樹種の直径分布を求め、小径級の本数比率の高いものをA型、大径級の本数比率の高いものをE型、その中間をA型に近いものから順次B、C、D型とすると、炭材としての上位樹種にはA、B、C型が多く、下位樹種にはD、E型の多いことが分った。この5種類の分布型と炭材としての上、中、下区分を組合わせて分類した樹種群区分は、32年後の1971年の調査においても相対的特性はよく保持されていた。

樹種群ごとの直径分布は、Polya-Eggenberger分布曲線よく表わせるので、この曲線を規定する平均値および変動係数で各施業による林相変化の仕組みを分析した。はじめの16年間とあとの16年間では成長の特性にかなりの相違が認められるが、2回の択伐によってカシ類など上位樹種群の材積混交歩合は22%から66%に増大して林相は一変し、かつ次第に直径分布の樹種群間の差は小となり、安定均一的になることが分った。このことは直径階別直径成長量の比較からも確認でき、択伐作業は、目的樹種群の直径分布の安定均一化と材積成長量増大のため適切な施業法であろうと考え得る一つの根拠が得られた。

目 次

I 直径分布の概括的検討	108
II 理論分布曲線のあてはめ	118
III 直径分布による樹種群分類の妥当性	118
III-1 伐採前の直径分布による検討	122
III-2 保存区による検討	122
IV 樹種群別択伐効果の分析	122
IV-1 材積混交歩合	122
IV-2 材積成長量	124
IV-3 樹種群別直径分布の分析	125
IV-4 樹種群別択伐効果の総括	128
V 直径成長の分析	130

V-1 施業別樹種群別直径成長量の算出	130
V-2 施業別直径成長量の比較	133
V-2-1 樹種群別直径成長量	133
V-2-2 樹種別直径成長量	141
VI 総 括	142
引 用 文 献	144
Summary	145

前報¹⁾では試験地の沿革, 設計, 林分調査等について述べ, 1939 年から 1971 年に至る間 16 年間隔で 3 回実施した調査結果の概括的検討およびこの試験地の主要樹種であるカシ類とツブラジイの生育について論じたので, 本報では主として樹種および樹種群ごとの成長の特性について論ずることとする。

なお, この研究において, 小幡の総括的指導のもとに, 解析手法の検討と実施を栗屋と本田, 理論分布曲線のあてはめを椎林, 調査資料および報告内容のとりまとめを本田, 報告書の編集を小幡と栗屋が担当した。

I 直径分布の概括的検討

1939 年と伐採前の調査結果から, 主な樹種ごとに, さらに同年に定めた炭材として上位, 中位, 下位の 3 樹種群および全樹種について, 直径分布の概括的検討を行った結果はすでに文献²⁾に詳述されているが, 32 年を経た 1971 年の調査結果との対比上必要なので, まずその要旨を述べる。

(1) 炭材としての上位, 中位, 下位の 3 樹種群の直径分布曲線には著しい相違が認められる。すなわち上位樹種群は小径級 (2~4 cm) の割合が多く, 中および大径級 (6 cm 以上) の割合が少なく, 最高径級が低い。下位樹種群はこれとは対照的で小径級の割合が比較的少なく, 各径級の割合は漸減的で最高径級は高い。中位樹種群は両者の中間的な性質を示し, 全樹種の直径分布曲線に比較的似ている。

(2) 樹種ごとの直径分布曲線を見ると, 前記の炭材としての上位, 中位, 下位の同一樹種群内の樹種でも, かなり異質な曲線を示すものが複雑に混在している。

(3) そこで (1) で述べた上位, 中位, 下位樹種群の直径分布曲線の型の違いをその程度によって 5 段階にわけ, 上位樹種群型の性質をつよくあらわす樹種を A 型分布, 下位樹種群型の性質をつよくあらわす樹種を E 型分布, さらにその中間型を A 型分布に近いものから順次 B, C, D 型分布とし, 各樹種をこの A~E の 5 つの直径分布型に振りあてた。その結果は次のとおりである。

上 位 樹 種

- A 型分布 ヤブツバキ・ヒサカキ・サザンカ
- B 型分布 ネズミモチ・リンボク・シャシャンボ
- C 型分布 モチノキ・イスノキ・アラカシ・ウラジログシ・エゴノキ
- D 型分布 クマノミズキ・アカガシ

中 位 樹 種

- A 型分布 カンザブロウノキ
- B 型分布 サカキ・シイモチ・ミミズバイ・ヤマビワ・クロガネモチ
- C 型分布 シリブカガシ・サンゴジュ・ゴンズイ

D 型 分 布 ヤマモモ・スダジイ・タブノキ

下 位 樹 種

B 型 分 布 アオガシ・ヤマガキ・イスガシ

C 型 分 布 ヤブニッケイ

D 型 分 布 クロバイ・クリ・カラスザンショウ・クスノキ・ネムノキ

E 型 分 布 ツブラジイ

表 1-1. 1939 年伐採前の試験地全域における上位樹種の樹種別径級別本数 (単位: 本)

樹 種	径級(cm)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	計
ヤブ	601	127	7	1								736
サザン	555	95	5									655
リョウ	1											1
クマ		4	3		5	1	2					15
イサ	84	54	14	7		1						160
アキ	1	1										1
ヒサ	327	46	2									375
イヌ	50	12		1								63
ホソ												0
カバ	1	1		1								3
モン	25	28	4	2								59
ネズ	143	37	9	2								191
ハマ	5	4	1									10
ヤマ	4	3	1									8
ヤリ	129	40	10	1								180
アカ	7	6	3	3	6	1	1	2				29
アラ	544	326	178	93	25	7	2	1	1			1,177
ウラ	37	20	12	10	10	3	2	1				95
タイ												0
エゴ	27	24	13	10	4		1					79
シヤ	22	12	2									36
クス	6	1	1		1							8
計		2,568	840	265	131	51	13	8	4	1		3,881

表 1-2. 1971 年の試験地全域における上位樹種の樹種別径級別本数 (単位: 本)

樹 種	径級(cm)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	26~42	計
ヤブ	254	190	135	63	13			1						656
サザン	294	162	61	21	4									542
リョウ	2													2
クマ					1	1								2
イサ	42	26	24	24	9	6	5	3	1	1				141
アキ	6													6
ヒサ	259	71	23	2										355
イヌ	206	27	3											236
ホソ	16													16
モン	25	7	7			2	1	1				2		45
ネズ	140	37	21	7	5	3	1							214
ハマ	9	2			1									12
ヤマ	1	1												2
ヤリ	101	42	8	9	9	4	2	2	1					178
アカ	23	12	5	2	2	1	1	1	1					47
アラ	430	220	151	83	66	49	35	20	10	3	7			1,074
ウラ	8	7	6	3	9	4	3	3	4	1	1		4	53
タイ	6													6
エゴ	15	24	6	2	5	4	1							57
シヤ	16	1	2	1										20
クス	1					1								2
計		1,854	829	452	217	124	75	50	29	17	5	10	4	3,666

(4) 上位, 中位, 下位の 3 樹種群の各樹種は, 林齢約 25 年 (1939 年の調査時) の林分では直径分布を 5 つの型にわけることができるが, その場合上位樹種には A, B, C 型分布が, 下位樹種には D, E 型分布が, 中位樹種にはその中間の B, C, D 型分布が多い。

さて, 文献²⁾に述べられた 1939 年の調査結果に基づく直径分布の概括的検討の要旨は以上のとおりであるが, 上記の直径分布による分類は, 相対的關係を示すもので絶対的な固定された曲線型ではなく, 林齢によって相対的に変化することは当然のことと考えられる。したがって 1939 年から 32 年を経た 1971 年の調査による直径分布の分析にあたっては, まず 1971 年の直径分布の性質は 1939 年のそれに比べ, 樹種または樹種群ごとにどう変化したかを概括的に検討することから始める。もし樹種または樹種群ごとの直径分布の性質が, 32 年間に相対的な関係においては変化がほとんどないならば, 文献²⁾で試みたと同様

表 2-1. 1939 年伐採前の試験地全域における中位樹種の樹種別径級別本数 (単位: 本)

樹 種	径級 (cm)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	計
ス	ダ	35	33	37	52	45	27	11	11			251
エ	ノ			2	1	2						5
サ	カ	9	2	1	1							13
チ	シ	4										4
コ	バン	2			1		1					4
ゴ	ン	7	9	6		1						23
シ	イ	81	38	11	1							131
ク	ロ	69	31	7	1	2	1					111
シ	キ	3	1									4
タ	ブ	48	52	43	25	24	13	5	8	4	1	223
ヤ	マ	212	49	12	1		1					275
オ	ガ	2		1								3
ヤ	マ	5	6	6	3	3	2					25
シ	リ	7	6	3	1							17
ミ	ミ	17	2	6	1							26
シ	ロ		1		1							2
カン	ザ	46	7	2								55
サ	ン	7	12	4	1							24
計		554	249	141	90	77	45	16	19	4	1	1,196

表 2-2. 1971 年の試験地全域における中位樹種別径級別本数 (単位: 本)

樹 種	径級 (cm)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24~30	32~38	40~42	計
ス	ダ	30	13	4	9	9	14	14	12	12	9	4	11	5	1	147
サ	カ	14	3	3	2		1									23
コ	バン	4			1	1										6
ゴ	ン	4	4													8
シ	イ	80	59	31	13	5	9	2	1	1						201
ク	ロ	102	32	19	5	10	4	4	2	2	1					181
シ	キ	2	1													3
タ	ブ	72	41	25	20	8	7	7	5	2	4	1	5	1	1	199
ヤ	マ	644	251	63	27	9	2		1							997
オ	ガ	2														2
ヤ	マ	2	1		1	3		1								8
シ	リ	9	3	3												15
ミ	ミ	61	28	20	4	3	1	1	1							119
シ	ロ	17	8													25
カン	ザ	189	52	14	5	1	1									262
サ	ン	7	3	2	1	1										14
ザ	ン	11	3	1	1					1						17
計		1,248	504	185	89	50	39	29	22	18	14	5	16	6	2	2,227

注: ナナメノキ, マテバシイ, カナメモチ, カマツカを含む。

表 3-1. 1939 年伐採前の試験地全域における下位樹種の樹種別および

全樹種の径級別本数

(単位：本)

径級(cm)		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24~ 26	28~ 30	計
樹 種															
カネ	ゴ	1	2	4	1	2		1							1
ネ	ム				5										15
ヤ	ラ	44													44
ム	サ														9
ク	シ														2,453
ツ	キ														241
ク	ブ	283	356	330	340	346	296	233	141	70	46	7	5		24
ク	ス	53	69	34	22	12	13	8	8	12	8	2			4
ヤ	ニ	12	4	7		1									51
ユ	ッ	3	1												2
ヤ	リ	32	12	5	1	1									103
ア	マ		1												48
イ	オ	59	34	8	2										11
シ	ガ	31	13	3	1										8
ヤ	ダ	9	2												1
ク	ハ	6		1	1										184
ク	マ	1													12
カ	ロ	56	42	41	31	12	2								1
ラ	バ		1	3	2		1	1	1	3					6
ス	シ						1								29
イ	ン	5	1				1								20
イ	ガ														
ア	ク			4	2		3	2	3	1	3	1	9	1	
カ	マ	4	6	4	1		3	1							
ザ	ツ														
計		599	544	446	410	377	321	248	153	86	58	10	14	1	3,267
全 樹 種		3,721	1,633	852	631	505	379	272	176	91	59	10	14	1	8,344

表 3-2. 1971 年の試験地全域における下位樹種の樹種別および全樹種

の径級別本数

(単位：本)

径級(cm)		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24~ 30	32~ 38	40~ 46	計
樹 種																
カネ	ゴ	5	1	1		2										9
ネ	ム			1	1											2
ヤ	ラ	69														69
ム	サ															9
ク	シ															3,137
ツ	キ															148
ク	ブ	1,147	669	405	242	182	97	54	58	55	44	34	109	35	6	13
ク	ス	8	54	30	16	13	5	2	3	2	1	2	8	4		119
ヤ	ニ	7	1	1	1	1	2									34
ヤ	ッ	49	41	16	7	2	1				1	1		1		21
ア	マ	15	8	9	2											6
イ	ワ	2	19													7
ア	オ	5				1										9
イ	ガ	7														54
シ	ダ	6		2	1											248
ヤ	ハ	13	22	13	3	2	1									1
ク	マ	148	31	22	9	11	18	5	2	2						28
ク	ロ	1														
イ	バ															
ザ	ガ	16	5	5		1							1			
計		1,498	852	508	286	214	124	63	63	59	46	37	118	40	6	3,914
全 樹 種		4,600	2,185	1,145	592	388	238	142	114	94	65	52	137	46	9	9,807

注) ヤマヒハツ, タラノキ, カクレミノ, ハナйкаダ, アカメガシワ, ガズマミ, コバノガマズミを含む。

に A~E の直径分布型区分にしたがって、樹種群別理論曲線のあてはめ、樹種群別択伐効果の分析、直径成長の分析などを、さらに検討することは調査期間が 32 年に及ぶので一層意義が深いと考えられる。

したがってまず、樹種ごとに、次で上位、中位、下位の 3 樹種群および全樹種ごとに、さらに上位、中位、下位別の A~E 型分布の樹種群ごとに、1939 年伐採前の直径分布曲線と、32 年後の 1971 年のそれを比較してその推移を概括的に検討することにする。

さて 1939 年伐採前および 1971 年の試験地全域（Ⅲ分地の抱護樹帯を含む）における樹種別径級別本数を、上位、中位、下位の 3 樹種群ごとに示すと、表 1~3 のとおりである。

これらの表に掲げた樹種（1939 年は 60 種、1971 年は 53 種）のうち、両調査年のいずれかの調査で本数が 10 本未満の極端に少ない樹種は除き、上位樹種は 12、中位樹種は 10、下位樹種は 5 の計 27 樹種について、表 1~3 に示す両調査時の樹種別の径級別本数を直径に対してプロットしたグラフから直径分布の性質を検討すると、次のことがわかる。

(1) 1939 年、1971 年の両調査とも、本数が 100 本以上ある樹種については、1939 年に比べ 1971 年の直径分布は、32 年の経過によって大きい径級階の本数増加と小さい径級階の本数減少が目だっている。しかし 1939 年の調査で認められた樹種ごとの分布型による直径分布の特色は相対的には 1971 年も受け継がれているといえる。

(2) 本数が 100 本未満の樹種も、直径分布の推移は概して同じ傾向にあるが、一部の樹種には本数が少ないため直径分布の曲線にスムーズさが欠けるものがあったり、1971 年の最小径級階の本数が 1939 年の調査よりかえって増加したりするなどの異常がみられる。

(3) 本数が極端に少なく、1939 年、1971 年のいずれかの調査において 10 本未満の樹種の直径分布は 1, 2 の径級階に本数が集中して直径分布の特色が認め難いものがある。

(4) クスノキは他の樹種とやや異なって、最小径級階（2 cm）の本数が少ないが、この試験地内の

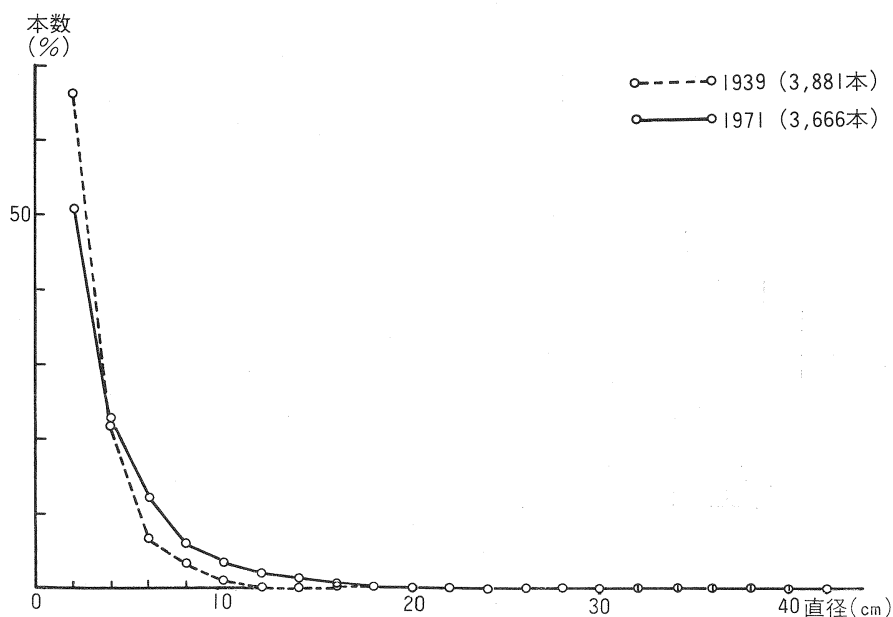


図1. 上位樹種の直径分布推移図

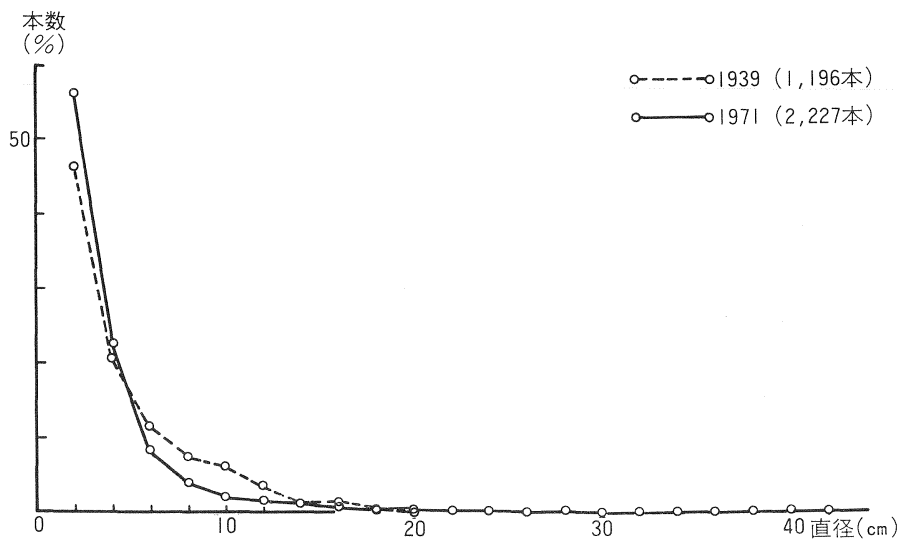


図2. 中位樹種の直径分布推移図

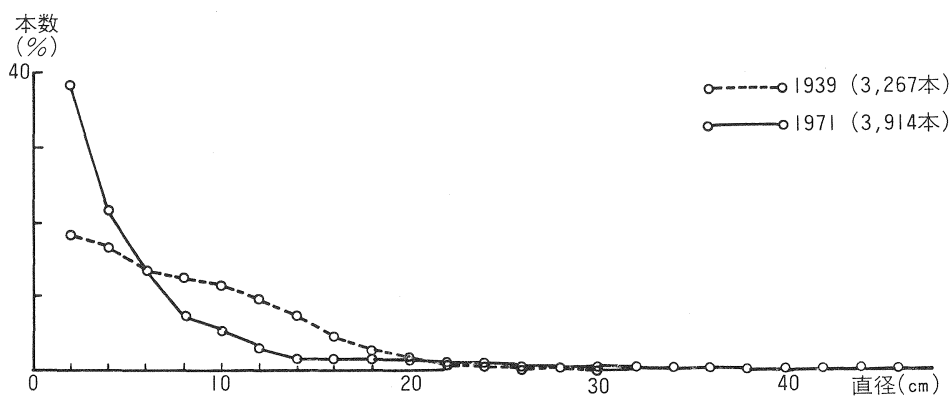


図3. 下位樹種の直径分布推移図

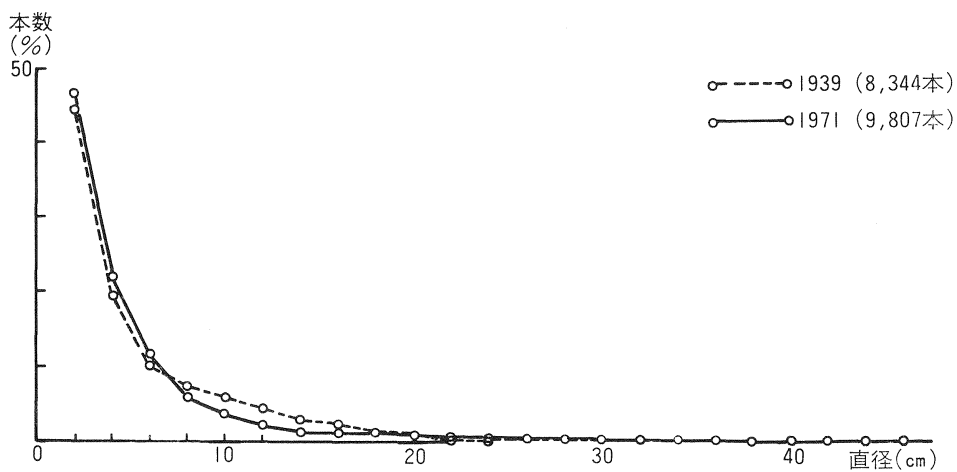


図4. 全樹種の直径分布推移図

クスノキは文献¹⁾で述べたように天然性は少なく 1912 年に人工植栽され、その後大部分が消滅した際の残存木が多いことによるものと思われる。

次に前掲の表 1～3 から、上位、中位、下位および全樹種の直径分布の推移を図示すると、図 1～4 のとおりで、これらの図表から次のことが分かる。

(1) 試験地全域 0.88 ha 内の全樹木（胸高直径 1 cm 以上）の本数は、1939 年は 8,344 本、1971 年は 9,807 本で、この 32 年間に 1,463 本（約 17%）増加している。ただしこの試験地は、その一部では皆伐と択伐が 32 年間に 2 回ずつ行われ、一部では無施業のまま保存された林分であるから、1971 年の樹齢は複雑で、1939 年に比べ樹齢が若くなった区域と高くなった区域とまちまちになった区域が混在している。樹齢が若くなった区域は皆伐区で試験地面積の約 17% を占め、樹齢が一律に 32 年ずつ高くなった区域は保存区と抱護樹帯で試験地面積の約 35% を占め、樹齢が若くなったものと高くなったものが混交している区域は択伐区で試験地面積の約 48% を占めている。

(2) 全樹種の直径分布の推移をみると、最大径級は 1939 年の 26 cm（アカマツ 1 本を除く）から 1971 年には 46 cm に飛躍している。これはいうまでもなく保存区および抱護樹帯における林木に加え、択伐区の残存木の多くが林齢 25 年から 57 年となり、その間に著しく成長したためである。

(3) 最大径級階の増進が目だつという上記の傾向は、全樹種を炭材としての上位、中位、下位の 3 樹種群にわけて検討しても同じであるが、ただ下位樹種群にはツブラジイが多く（本数の 75%）しかも試験地面積の 65% で伐採されているので、1971 年は 1939 年よりかえって若齢の、径級 2～4 cm の本数増加が目だっている。

(4) 要するに直径分布の推移を上位、中位、下位および全樹種の 4 樹種群ごとに検討すると、1939 年の調査で認められた直径分布の相対的な特色すなわち上位、中位、下位樹種群の順に小径級の割合が多く、また全樹種は中位樹種群に比較的似ていることなどは、1971 年の調査においてもほぼ引き続き認められる。

直径分布の概括的検討の最後に、上位、中位、下位の 3 樹種群を、さらに A～E の 5 つの直径分布型にわけ、直径分布の推移を検討する。

前掲の表 1～3 の値を A～E の分布型でまとめた 12 の樹種群別に直径分布の推移を図示すると、図 5～16 のようである。

これらの図表から、それぞれの直径分布の推移を検討すると次のようである。

(1) 本数が 100 本以上の樹種群については、すでに樹種ごとの直径分布の推移について述べたのと同じく、1971 年の直径分布は 1939 年に比べ最大径級階が増進するとともに、最小径級階の本数が択伐区でも伐採される D 中、D 下、E 下を除き減少するが、その推移をみると、1939 年における特色は 32 年後にも相対的にほとんど変わっていないことが認められる。

(2) 本数が 100 本未満の樹種群についても、おおよその傾向としては前記 (1) と同じであるが、本数が少ない場合は直径分布の曲線がスムーズでなく一部にジグザグが生じたり（1939 年の D 上、1939 年の C 中、1939 年および 1971 年の C 下）、1971 年の最小径級階の本数が 1939 年のそれより増加する（D 上、C 中、C 下）などの異常が、上記の例外としてみられる。

このような検討から 1939 年に定められた前記の 12 樹種群の分類は、1971 年の調査からも、概括的な結論として、以後の解析に用いる基礎的な樹種群としてそのまま踏襲して、妥当なものと考えられる。

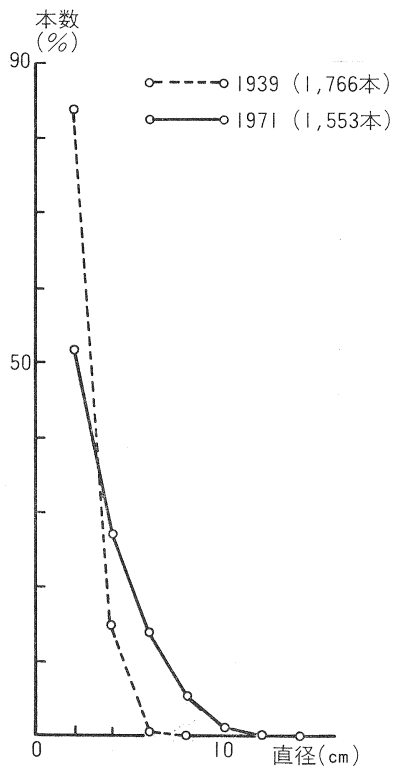


図5. A上樹種群（ヤブツバキ・ヒサカキ・サザンカ）の直径分布推移図

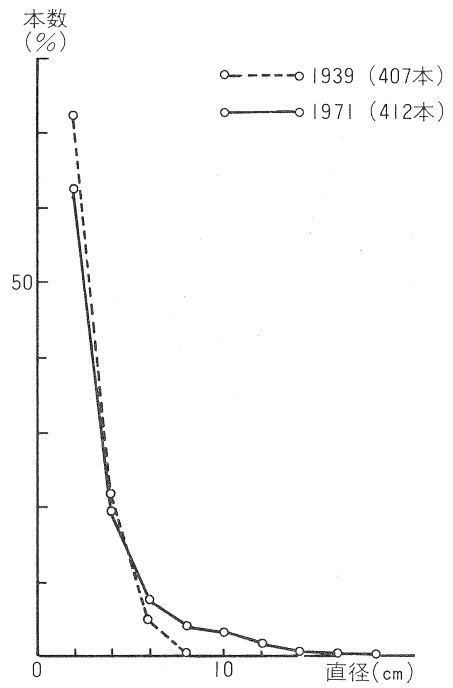


図6. B上樹種群（ネズミモチ・リンボク・シャシャンボ）の直径分布推移図

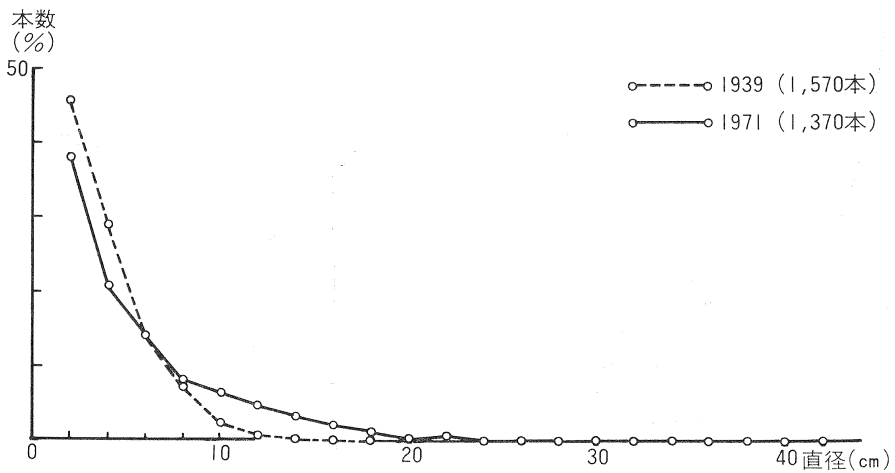


図7. C上樹種群（モチノキ・イスノキ・アラカシ・ウラジログシ・エゴノキ）の直径分布推移図

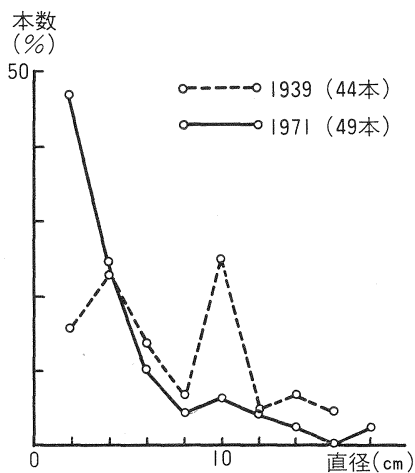


図 8. D上樹種群（クマノミズキ・アカガシ）の直径分布推移図

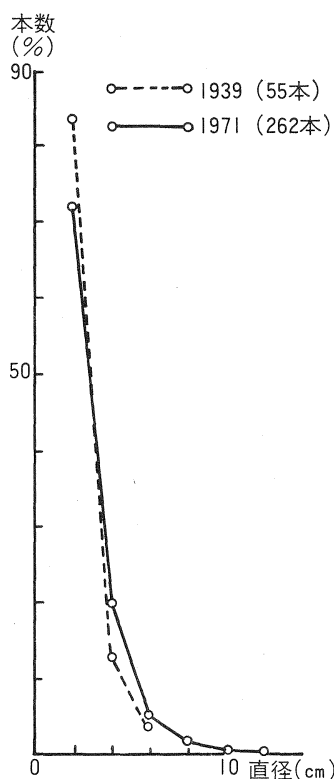


図 9. A中樹種群（カンザブrouノキ）の直径分布推移図

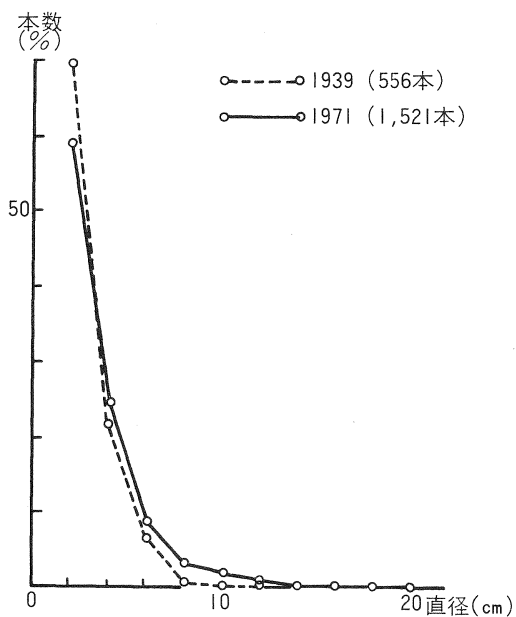


図 10. B中樹種群（サカキ・シイモチ・ミミズバイ・ヤマビワ・クロガネモチ）の直径分布推移図

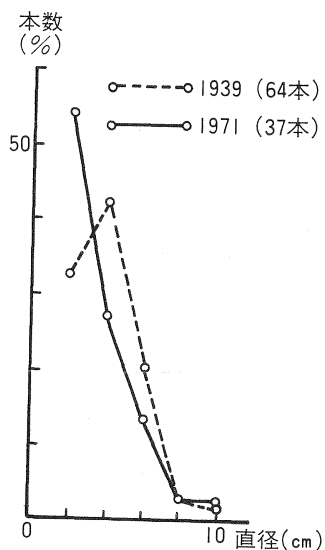


図 11. C中樹種群（シリブカガシ・サンゴジュ・ゴンズイ）の直径分布推移図

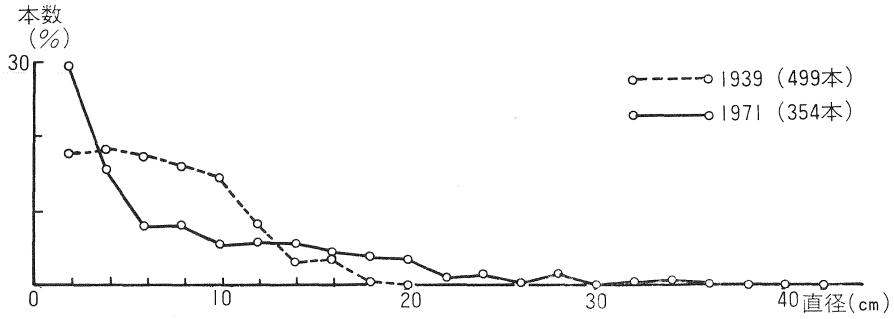


図 12. D 中樹種群 (ヤマモモ・スダジイ・タブノキ) の直径分布推移図

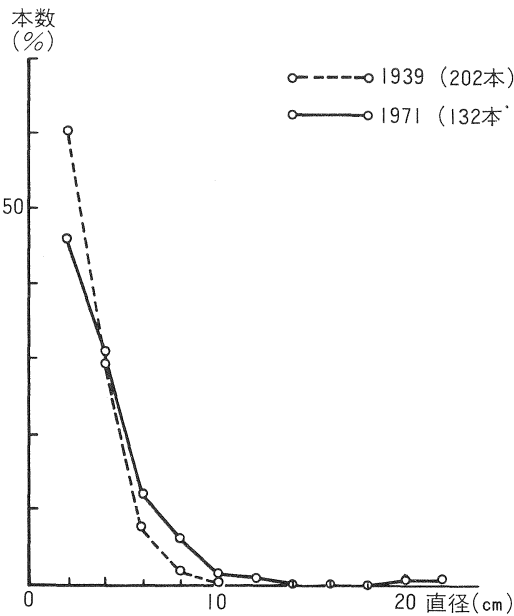


図 13. B 下樹種群 (アオガシ・ヤマガキ・イヌガシ) の直径分布推移図

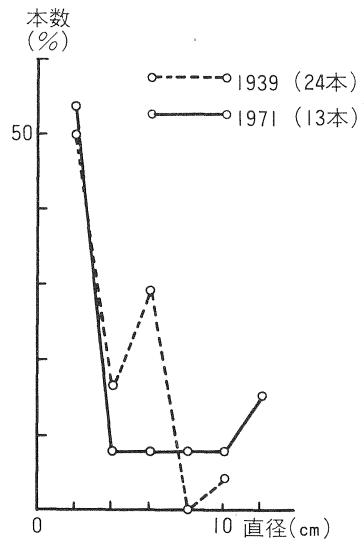


図 14. C 下樹種群 (ヤブニッケイ) の直径分布推移図

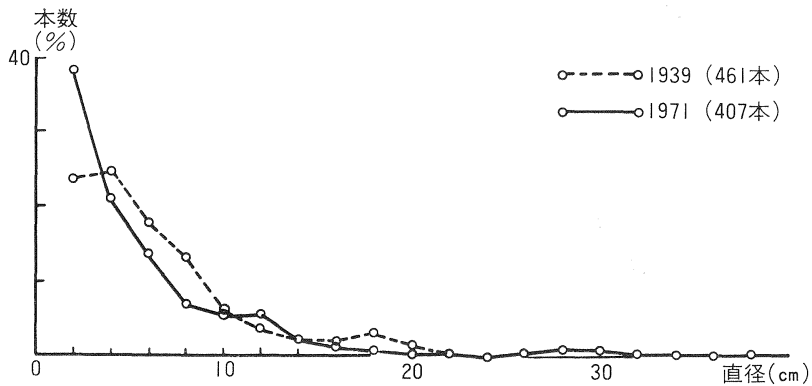


図 15. D 下樹種群 (クロバイ・クリ・カラスザンショウ・クスノキ・ネムノキ) の直径分布推移図

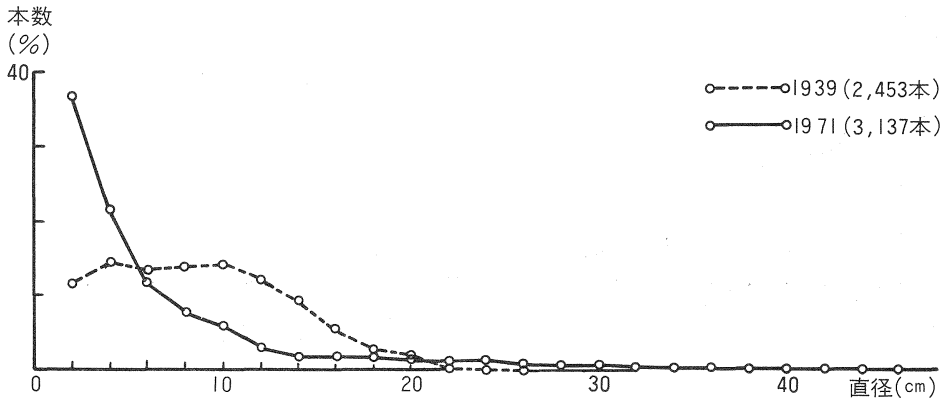


図 16. E下樹種群（ツブラジイ）の直径分布推移図

なお前記の 12 樹種群のうち、本数が 100 本に満たない D 上, C 中, C 下の 3 樹種群は, 例外的傾向を示すおそれがあるので, 一応留意しておくべきであろう。

II 理論分布曲線のあてはめ

暖帯広葉樹林の樹種別および樹種群別の成長の性質を明らかにするため, この試験地の択伐区 (I, II 分地), 皆伐区 (III 分地), 保存区 (IV, V 分地) の前記 12 樹種群について, 1939 年, 1955 年および 1971 年の各調査時の直径分布に理論分布曲線のあてはめを行う。

理論分布曲線としては, 観測された分地別, 樹種群別の直径分布がいずれも左偏非対称の曲線を示すので, 本報告では,

- 1) ポアソン分布 (Poisson)²⁾³⁾
- 2) 負の二項分布 (Polya-Eggenberger)²⁾³⁾
- 3) ワイブル分布 (Weibull)⁴⁾

の 3 つの理論分布曲線をあてはめ, 最も適合性のよいものを用いて以後の解析を行うこととする。

まず, この 3 種の理論式による分地ごと, 樹種群ごとの直径分布の数値を算出し, 次に 3 つの理論式ごとにカイ平方 (χ^2) を算出して適合度検定を行った。

なお, 各分布曲線のあてはめの計算は OKITAC-4500 を用いて行った。この場合, D 上, A 中, C 下は本数が僅少のため, また他の樹種群でも各調査時に分地内の出現本数が 10 本以下のものは除外した。

各理論分布ごとの適合度を調べた結果を表 4 に示した。*印は 5% 水準で, **印は 1% 水準で適合性がわるいことを示している。

この結果から分地別, 樹種群別の直径分布に対する適合性は Polya, Weibull, Poisson の順に良いことが認められたので, いずれの理論分布曲線に対しても適合性の劣る E 下 (ツブラジイ) を除き, Polya を採用することとした。

III 直径分布による樹種群分類の妥当性

I で論じた経験的な A~E の樹種群の分類をさらに理論的に検討するため, Polya の分布を樹種別にあ

表4. 3 つ の 理 論 式 に よ る カ イ 平 方 (χ^2)

分地	調 査 年	樹種群 理論 分布	A	B			C	D		E	A	B	C	D
			上	上	中	下	上	中	下	下				
I	1939伐前	Poisson	3.42	4.93*	1.74	0.79	22.00**	15.96**	9.88*	128.24**	3.71	5.95*	20.60**	66.27**
		Polya	—	0.98	1.37	0.65	4.99	12.26*	2.78	34.42**	—	1.03	4.39	8.84
		Weibull	—	—	—	—	7.06**	10.89*	2.99	26.98**	—	—	6.24*	7.91
	1955伐前	Poisson	5.56	4.42*	29.89**	0.05	123.24**	68.03**	5.50	10.28	5.97	55.02**	121.08**	56.12**
		Polya	3.60	0.48	1.23	—	24.66**	7.69	3.07	8.38	4.04*	0.94	24.68**	5.86
		Weibull	—	—	7.93**	—	23.47**	7.73	2.77	6.00	—	12.01**	23.29**	6.27
	1971	Poisson	1.33	8.87*	85.63**	—	231.36**	38.69**	7.77*	127.20**	1.77	93.34**	236.03**	101.83**
		Polya	1.42	1.91	8.35	—	17.00**	3.44	0.78	14.05*	2.33	8.69	17.06**	2.65
		Weibull	3.25	2.38	18.67**	—	17.22**	4.41	—	13.54**	3.78	18.91**	17.51**	3.85
II	1939伐前	Poisson	4.41*	0.19	1.23	0.03	19.94**	23.72**	40.19**	193.65**	4.08*	1.08	17.58**	57.23**
		Polya	—	—	0.67	—	4.76	6.23	3.99	37.19**	—	0.77	3.31	8.23
		Weibull	—	—	—	—	5.83*	5.25	4.34	27.87**	—	—	4.03*	7.75
	1955伐前	Poisson	7.70*	9.14*	0.00	—	114.20**	1.95	5.10	12.86*	7.38*	8.92*	116.48**	4.44
		Polya	7.37**	0.73	0.28	—	11.03	2.26	2.05	12.39*	7.17**	0.15	6.05	4.32
		Weibull	10.68**	1.12	—	—	11.36*	2.36	1.87	12.26*	10.41**	0.69	7.31	4.74
	1971	Poisson	13.34**	41.68**	6.70**	0.06	365.35**	5.33*	12.66**	274.47**	34.53**	70.16**	374.52**	19.08**
		Polya	6.35*	3.22	0.80	0.60	23.56**	0.18	4.15	15.13**	7.88*	2.77	23.55**	1.42
		Weibull	7.06**	5.27*	—	—	26.08**	—	6.48*	21.83**	16.70**	29.72**	26.76**	6.29*
III	1939伐前	Poisson	1.05	0.97	—	0.10	38.04**	11.29**	25.03**	92.02**	1.05	2.20	38.38**	65.31**
		Polya	—	—	—	—	6.43	3.42	5.29	36.34**	—	1.47	7.50	6.05
		Weibull	—	—	—	—	10.58**	3.04	4.87	29.36**	—	—	11.07**	5.64
	1955伐前	Poisson	0.33	1.00	2.30	—	0.54	3.19	4.93	30.04**	0.24	3.24	1.02	9.68**
		Polya	—	—	0.45	—	0.81	1.84	3.80	13.79*	—	0.45	0.98	4.20
		Weibull	—	—	—	—	—	—	3.69	10.77*	—	—	—	4.38*
	1971	Poisson	—	—	0.03	0.09	4.70	0.08	3.73	129.38**	—	1.97	6.17*	8.92*
		Polya	—	—	0.11	0.10	0.00	4.29*	0.06	11.35*	—	0.07	0.03	0.71
		Weibull	—	—	—	—	8.95**	—	0.17	16.16**	—	—	9.90**	0.86
IV + V	1939	Poisson	4.81*	—	2.22	0.40	35.28**	24.39**	12.76**	312.63**	8.43*	1.20	34.10**	39.90**
		Polya	—	—	0.20	—	4.30	12.92*	0.65	42.62**	—	0.16	4.40	6.79
		Weibull	—	—	—	—	9.32**	11.82**	0.60	35.19**	—	—	5.09*	6.12
	1955	Poisson	0.55	0.20	11.36**	0.57	16.76**	31.65**	38.30**	1,426.16**	0.28	8.27*	17.31**	116.21**
		Polya	0.59	0.22	5.31*	0.25	5.70	3.31	2.71	224.02**	0.43	1.80	6.25	5.14
		Weibull	3.41	—	—	—	5.68	3.80	2.68	129.53**	4.06*	7.29**	6.38	5.48
	1971	Poisson	9.26**	1.95	43.03**	—	33.24**	52.61**	205.87**	1,115.40**	10.35**	47.28**	34.15**	223.69**
		Polya	2.78	0.08	2.91	—	7.59	32.06**	22.64**	355.80**	2.00	2.98	8.37	44.25**
		Weibull	5.18*	—	23.41**	—	7.50	30.28**	23.82**	171.49**	4.67*	23.50**	8.21	44.38**

暖帯広葉樹の成長と林分構造 (第2報) (栗屋・本田・椎林・小幡)

表5. 1939年の樹種群別樹種ごとの平均値(m)と変動係数(Cv)

A 樹種群			B 樹種群			C 樹種群			D 樹種群			E 樹種群		
樹種	m	Cv	樹種	m	Cv	樹種	m	Cv	樹種	m	Cv	樹種	m	Cv
ヤブツバキ	0.196	219.6	ネリズミモ	0.319	192.1	モイ	0.712	104.5	ヤ	1.960	78.0	ツ	3.418	69.5
ヒサカキ	0.133	267.5	ンボン	0.350	174.7	スノ	0.675	131.4	マ	2.873	66.3	ブ		
サザンカ	0.160	241.7	ンボン	0.444	136.6	スノ	0.954	120.8	ダ	2.247	91.7	ラ		
カンザブrouノキ	0.200	243.4	ンボン	0.538	179.7	スノ	1.558	111.5	ジ	1.495	87.9	ジ		
			ンボン	0.481	142.1	スノ	1.291	101.6	イ	2.523	104.9	イ		
			ンボン	0.654	149.5	スノ	0.882	105.1	ノ					
			ンボン	0.295	212.0	スノ	0.958	84.2	ノ					
			ンボン	0.550	165.8	スノ	1.087	91.6	ノ					
			ンボン	0.544	133.2	スノ	0.917	120.0	ノ					
			ンボン	0.569	158.3	スノ			ノ					
			ンボン	0.458	155.6	スノ			ノ					
平 均	0.172	243.1	ンボン	0.473	163.6	スノ	1.004	107.9	ノ	2.220	85.8		3.418	69.5

要 因	自由度	m		Cv	
		分 散	F_0	分 散	F_0
樹種群間	4	4,767578	64,054**	19381.95	49,915**
樹種群内樹種間	25	0,074431		388.30	

表6. 1939年保存区の樹種群別樹種ごとの平均値(m)と変動係数(Cv)

A 樹種群			B 樹種群			C 樹種群			D 樹種群			E 樹種群		
樹種	m	Cv	樹種	m	Cv	樹種	m	Cv	樹種	m	Cv	樹種	m	Cv
ヤブツバキ	0.135	283.9	ネリズミモ	0.179	215.7	モイ	0.667	97.7	ス	2.767	60.3	ツ	3.019	78.0
ヒサカキ	0.055	416.3	ンボン	0.342	195.5	スノ	0.469	153.1	ダ	1.387	111.8	ブ		
サザンカ	0.104	335.6	ンボン	0.214	198.7	スノ	0.799	141.2	ジ	1.438	91.0	ラ		
カンザブrouノキ	0.368	185.7	ンボン	0.315	148.9	スノ	1.485	110.6	イ	1.456	135.5	ジ		
			ンボン	0.500	170.0	スノ	1.258	82.0	ノ					
			ンボン	0.192	252.2	スノ	0.786	102.0	ノ					
			ンボン	0.429	172.4	スノ	0.917	98.2	ノ					
			ンボン	0.536	119.0	スノ			ノ					
			ンボン	0.652	118.9	スノ			ノ					
			ンボン	0.400	158.1	スノ			ノ					
平 均	0.166	305.4	ンボン	0.376	174.9	スノ	0.912	112.1	ノ	1.762	99.7		3.019	78.0

要 因	自由度	m		Cv	
		分 散	F_0	分 散	F_0
樹種群間	4	3,030415	26,914**	30977.58	12,787**
樹種群内樹種間	21	0,112595		2422.66	

表7. 1955 年保存区の樹種群別樹種ごとの平均値 (m) と変動係数 (Cv)

A 樹 種 群			B 樹 種 群			C 樹 種 群			D 樹 種 群			E 樹 種 群		
樹 種	m	Cv	樹 種	m	Cv	樹 種	m	Cv	樹 種	m	Cv	樹 種	m	Cv
ヤブツバキ	0.735	120.3	ネズミモチ	0.800	101.8	モリスノキ	1.043	84.1	スタダジイ	4.711	70.8	ツブラジイ	5.164	80.2
ヒサカキ	0.427	145.1	ネリンボク	1.043	117.3	イスノキシ	1.667	53.3	スタブノキ	2.569	105.4			
サザンカ	0.580	126.4	シイモチ	1.000	100.0	アラカシ	1.593	92.4	クロバイ	2.033	91.0			
カンザブロウノキ	0.545	138.3	ヤマビワ	0.537	144.3	ウラジロガシ	3.280	76.5	クスノキ	3.118	96.3			
			クロガネモチ	0.966	112.4	エゴノキ	1.455	77.6						
			ヤマ	0.923	128.7									
平 均	0.572	132.5		0.878	117.4		1.808	76.8		3.108	90.9		5.164	80.2

要 因	自由度	m		Cv	
		分 散	F_0	分 散	F_0
樹 種 群 間	4	7.281673	15.210**	2319.76	10.564**
樹種群内樹種間	15	0.478747		219.60	

表8. 1971 年保存区の樹種群別樹種ごとの平均値 (m) と変動係数 (Cv)

A 樹 種 群			B 樹 種 群			C 樹 種 群			D 樹 種 群			E 樹 種 群		
樹 種	m	Cv	樹 種	m	Cv	樹 種	m	Cv	樹 種	m	Cv	樹 種	m	Cv
ヤブツバキ	0.948	113.3	ネズミモチ	0.712	131.5	イスノキ	2.381	61.5	スタダジイ	6.600	64.1	ツブラジイ	6.789	74.0
ヒサカキ	0.282	186.2	ネリンボク	1.000	132.3	アラカシ	2.153	87.8	スタブノキ	3.500	116.4			
サザンカ	0.566	135.1	シイモチ	1.247	105.0	ウラジロガシ	3.500	68.9	クロバイ	2.057	109.3			
カンザブロウノキ	0.700	138.0	ミズバイ	0.939	121.8				クスノキ	7.375	54.4			
			ヤマビワ	0.413	189.0									
			クロガネモチ	1.098	134.8									
平 均	0.624	143.2		0.902	135.7		2.678	72.7		4.883	86.1		6.789	74.0

要 因	自由度	m		Cv	
		分 散	F_0	分 散	F_0
樹 種 群 間	4	17.549240	10.983**	4005.28	5.127**
樹種群内樹種間	13	1.597796		781.18	

ては、樹種群間の比較を行い、この分類の妥当性を調べる。比較の方法としては文献²⁾と同様 Polya 分布の型を規定する平均値と変動係数の樹種群間の差を分散分析により検定する手法を用いた。

III-1 伐採前の直径分布による検討

1939 年の伐採前（林齢 25 年）における試験地全域の全樹種について求めた樹種別の平均値 (m) と変動係数 (Cv) および分散分析の結果は表 5 のとおりである。ただし本数が 10 本以下の樹種は除外した。

なお m と Cv は直径階 2, 4, 6 cm, …… を 0, 1, 2, …… におきかえて求めたものである。この結果樹種群間の平均値および変動係数には差が認められる。すなわち分布型による群わけは妥当であることが分かる。

さらに樹種群内で樹種間の比較を行うと、平均値および変動係数のいずれにも差は認められない。

III-2 保存区による検討

さらに 32 年間無施業のままの保存区 (IV・V 分地) について、1639 年 (25 年生), 1955 年 (41 年生) および 1971 年 (57 年生) の各調査結果について同じ手法で検討を行った。調査年度ごとの樹種群別樹種ごとの平均値および変動係数は表 6, 7, 8 のとおりである。

分散分析の結果は表 6～8 に示したように、樹種群間の平均値および変動係数はいずれの調査年においても差が認められる。

これらの結果から I で論じた A～E の 5 つの樹種群の分類は妥当であることが認められる。

IV 樹種群別択伐効果の分析

IV-1 材積混交歩合

択伐の技術的効果の概要については、すでに文献¹⁾²⁾で述べたとおりであるが、施業の相違に重点をおいて、樹種群の混交歩合の変化のようすを、わかりやすく示すと図 17 のようである。

すなわち、左側上図は上・中位樹種を択伐し下位樹種を皆伐した I 分地について、1939 年、1955 年の伐採前および 1971 年の調査時ごとに、縦軸に上・中位樹種の合計材積を横軸に下位樹種の材積を、ともに百分率 (%) でプロットし、これを直線で結んで材積混交歩合の推移を示したものである。左側中図および下図は、これに対応する皆伐区と保存区の材積混交歩合の推移図である。また右側上図は上位樹種を択伐し、中・下位樹種を皆伐した II 分地について、左側上図と同様の手法で縦軸に上位樹種の材積を、横軸に中・下位樹種の合計材積をとって作図した材積混交歩合の推移図であり、右側中図および下図は、これに対応する皆伐区と保存区の同じ推移図である。

まず左側の 3 図から次のことが分かる。

(1) 択伐によって上・中位樹種の合計材積歩合は、1939～1955 年の 16 年間に 22.8% から 41.4% へ、さらに 1955～1971 年の 16 年間に 41.4% から 66.4% へと著しく増大する。

(2) 皆伐すれば 1939 年から 16 年後の 1955 年には大体もとの林分と同一の樹種群混交割合の林分に復元するが、1955 年の再度の皆伐から 16 年後の 1971 年には上・中位樹種の合計材積割合は、19.8% から 28.8% へと若干増大の傾向を示している。しかしこの皆伐区は大面積の皆伐ではなく面積 0.15 ha で、しかも周囲に幅 5 m の抱護樹帯を巡らした小面積皆伐であることを忘れてはならない。

(3) 林齢 25 年から 41 年まで 16 年間、さらに林齢 57 年まで 16 年間無施業のまま保存すれば、上・中位樹種の合計材積は下位樹種群（とくにツブラジイ）の成長によって、僅かではあるがその割合を低下

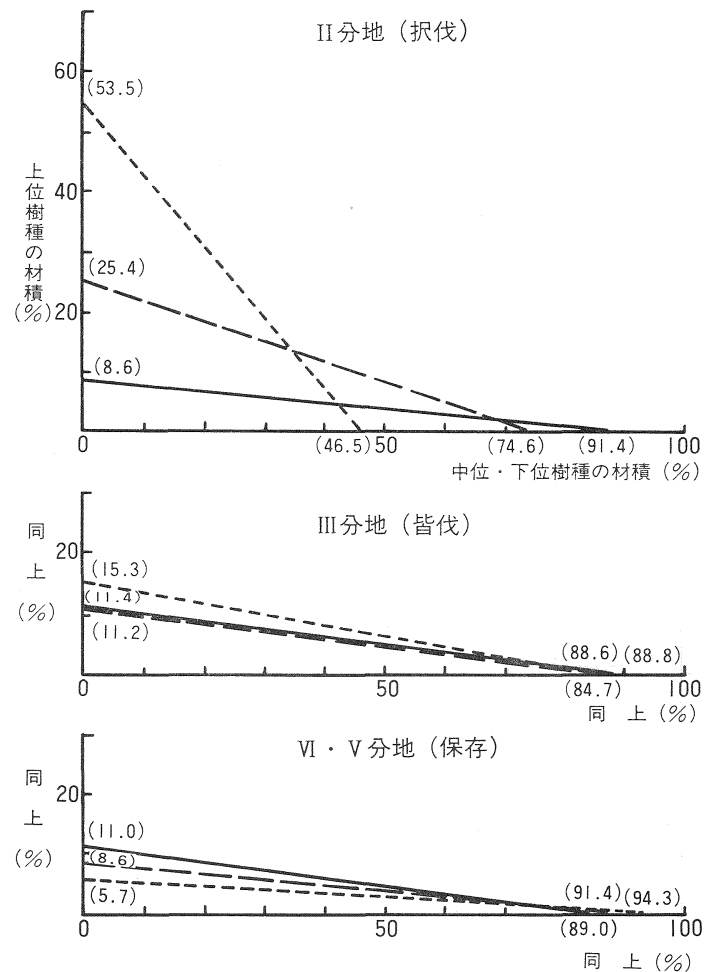
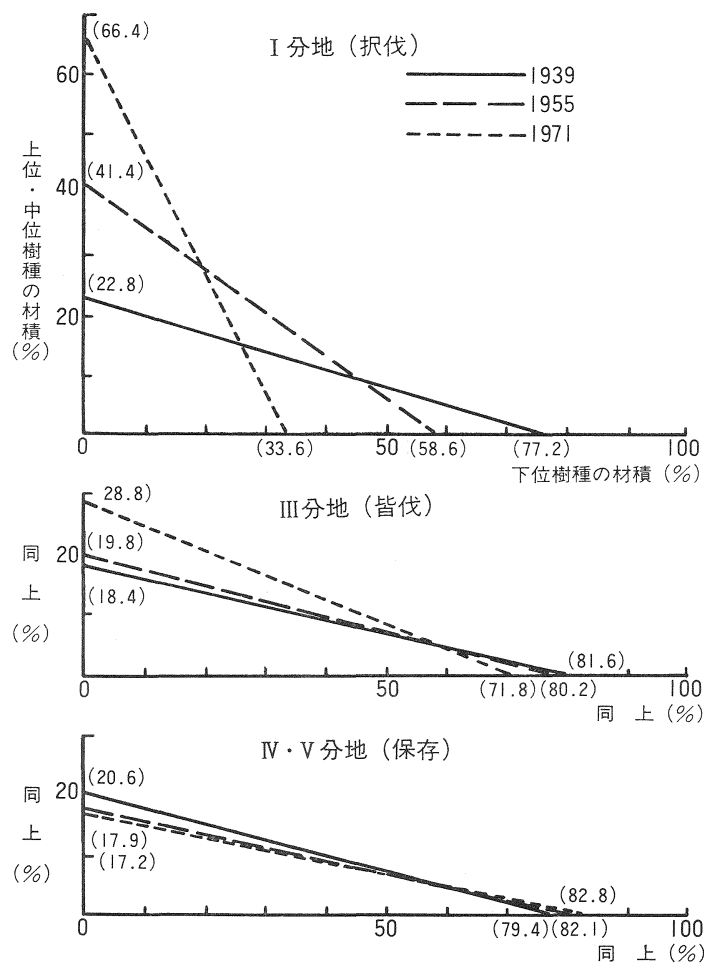


図 17. 施業の相違による上位・中位・下位樹種群別の材積混交の推移図

する傾向 (20.6→17.4→17.2%) がある。

また右側の 3 図についても、前記と類似の傾向が認められるので、次のことが知られる。

- 1) 択伐による樹種混交の改良効果はきわめて高い。
- 2) 抱護樹帯に囲まれた小面積 (0.15 ha) 皆伐では、16 年ごとに皆伐すると下位樹種群の材積割合が僅かながら低下する傾向がある。
- 3) 無施業のまま林齢 57 年まで保存すると、僅かながら上位樹種群の材積割合は低下し、下位樹種群の材積割合は増大する傾向にある。

IV-2 材積成長量

択伐・皆伐・保存などの施業の相違によって材積成長量がどのように相違するかの概要については、すでに文献 1)・2) で述べたとおりであるが、とくに上位、中位、下位樹種群別に重点をおいて択伐や保存は皆伐に比べ、成長量の推移にどのような相違があるかを、検討するため、前期 (1939～1955 年) および後期 (1955～1971 年) のそれぞれ 16 年間の分地別、樹種区分別の ha あたり材積成長量およびその皆伐区比 (%) を示すと表 9 のとおりである。

この表 9 から

(1) 択伐区 (Ⅰ・Ⅱ分地) と皆伐区 (Ⅲ分地) の成長量を総括的に比較すると、前期では 118～121 %、後期では 120～128% で、その差はほぼ 20% を越え、かつ僅かながら広がる傾向にある。

(2) 成長量を上位・中位・下位の樹種群にわけて択伐区と皆伐区を比較すると、択伐した樹種群の成長量は皆伐区と同じ樹種群の 2～3 倍に達し、しかも次第にその差が広がる傾向にある。

表 9. 1939～55 年, 1955～71 年の分地別・樹種区分別の ha あたり
の材積成長量と皆伐区比

分地	樹 種 区 分	1939 ～ 1955		1955 ～ 1971		備 考
		成 長 量 (ha 当 m ³)	皆 伐 区 比 (%)	成 長 量 (ha 当 m ³)	皆 伐 区 比 (%)	
Ⅰ (択伐)	総 計	156.4466	121	113.0242	128	{アラカシ, ウラジロ ガシ, アカガシが多 い。
	上 位 樹 種	29.0590	201	32.2457	239	
	中 位 樹 種	24.6727	223	28.6590	253	
	下 位 樹 種	102.7152	99	52.1195	82	
Ⅱ (択伐)	総 計	153.0781	118	105.9409	120	
	上 位 樹 種	29.6195	204	44.0638	327	
	中 位 樹 種	6.4190	58	5.4000	48	
	下 位 樹 種	117.0396	113	56.4771	89	
Ⅲ (皆伐)	総 計	129.2427	100	88.0593	100	
	上 位 樹 種	14.4893	100	13.4740	100	
	中 位 樹 種	11.0647	100	11.3220	100	
	下 位 樹 種	103.6887	100	63.2633	100	
Ⅳ・Ⅴ (保存)	総 計	148.5208	115	181.2833	206	スダジイが多い。 ツブラジイが多い。
	上 位 樹 種	9.8954	68	0.6478	5	
	中 位 樹 種	12.9845	117	32.3727	285	
	下 位 樹 種	125.6409	121	148.2628	234	

（3） ツブラジイを主とする暖帯広葉樹林で林齢 25 年から 16 年間無施業のまま保存すると、その成長量は同じ期間の皆伐区より 15% 程度多く、択伐区よりは 5% 程度劣っている。さらに林齢 57 年まで 16 年間無施業のまま保存すると、その成長量は前期より 20% 以上も大きく、後期における皆伐区の 2 倍あまりとなり、択伐区よりも 66% あまりも大きい。

（4） これは保存区におけるツブラジイおよびスダジイで代表される下位および中位樹種群の盛んな成長によるもので、択伐されたアラカシ・ウラジロガシ・アカガシで代表される上位樹種群の成長量は保存区では著しく小さく、後期では皆伐区の 5%，択伐区の僅か 2% 程度にすぎない。

このように暖帯広葉樹林における特定樹種とくにカン類で代表される上位樹種群の択伐効果は成長量からも明らかであること、および保存区におけるシイ類の成長が林齢 57 年に至っても、なお増大していること、などがとくに重要な試験結果の一つとして注目される。

IV-3 樹種群別直径分布の分析

II で述べたように Polya によって樹種および樹種群の直径分布をうまく表わすことができるので、ここでは Polya の型を規定する平均値 (m) と変動係数 (Cv) の関係を尺度として施業の相違により、樹種群の直径分布がどのように推移するかについて分析を試みる。

まず樹種群の各分地における取扱いをまとめると表 10 のとおりである。なお B 下、C 中は各分地内

表 10. 樹種群の各分地における取扱い

樹種群	施業	択 伐		皆 伐		保 存
		I	II	III	IV	V
A 上		I, II		III	IV, V	
B 上		I, II		III	IV, V	
B 中		I		II, III	IV, V	
C 上		I, II		III	IV, V	
D 中		I		II, III	IV, V	
D 下				I, II, III	IV, V	
E 下				I, II, III	IV, V	

表 11. 択伐区における樹種群別平均値および変動係数

樹 種 群	m					Cv (%)				
	1939伐前	1939伐後	1955伐前	1955伐後	1971	1939伐前	1939伐後	1955伐前	1955伐後	1971
A 上	0.22	0.19	0.66	0.63	1.07	203	212	121	125	97
B 上	0.36	0.33	1.04	1.03	1.53	183	172	126	134	118
B 中	0.47	0.33	0.88	0.80	1.27	161	184	133	137	131
C 上	1.05	1.05	1.79	1.47	2.30	112	104	108	115	110
D 中	2.88	2.97	2.02	1.74	1.98	74	59	100	110	132

表 12. 皆伐区における樹種群別平均値および変動係数

樹種群	m			Cv (%)		
	1939 (25年)	1955 (16年)	1971 (16年)	1939	1955	1971
A 上	0.16	0.21	0.01	237	209	1393
B 上	0.42	0.44	0.10	153	136	304
B 中	0.31	0.58	0.40	204	120	159
C 上	0.88	0.85	0.54	137	103	148
D 中	2.54	1.14	0.80	82	119	116
D 下	2.88	1.60	1.23	90	84	110
E 下	4.06	2.58	1.25	58	69	111

表 13. 保存区における樹種群別平均値および変動係数

樹種群	m			Cv (%)		
	1939 (25年)	1955 (41年)	1971 (57年)	1939	1955	1971
A 上	0.10	0.62	0.66	331	128	137
B 上	0.24	0.82	0.77	212	116	139
B 中	0.32	0.68	0.70	194	131	156
C 上	0.85	1.67	2.26	135	94	86
D 中	2.20	3.50	5.12	79	92	85
D 下	1.65	2.62	2.88	109	95	112
E 下	3.02	5.16	6.79	78	80	74

の出現本数が僅少のため除外した。

次に施業別、調査時別、樹種群別に平均値および変動係数を表 11~13 に示した。これらの表の平均値と変動係数の関係は、図 18~20 のとおりである。なお択伐区は I・II 分地を合計したものをを用いた。

まず図 18 から択伐区では前、後期を通じて、共通的に次のことが認められる。

(1) A 樹種群は変動係数 (Cv) が他の樹種群に比べ大きく減少し、平均値 (m) は逆に増大している。

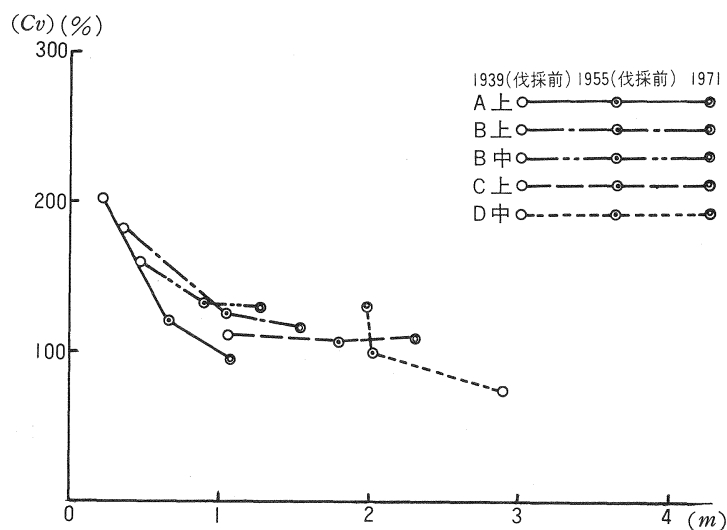


図 18. 択伐区における平均値 (m) と変動係数 (Cv) の関係

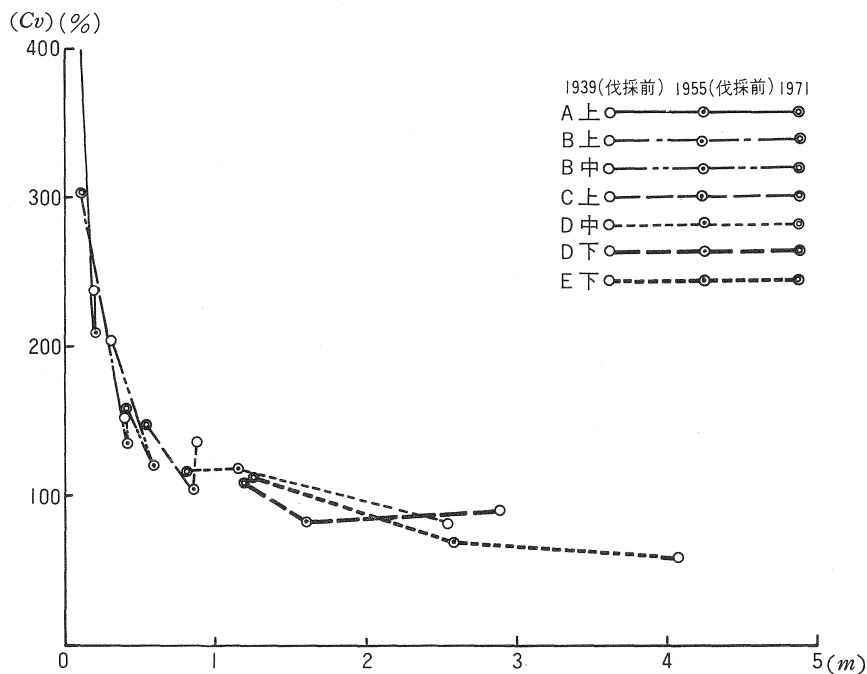
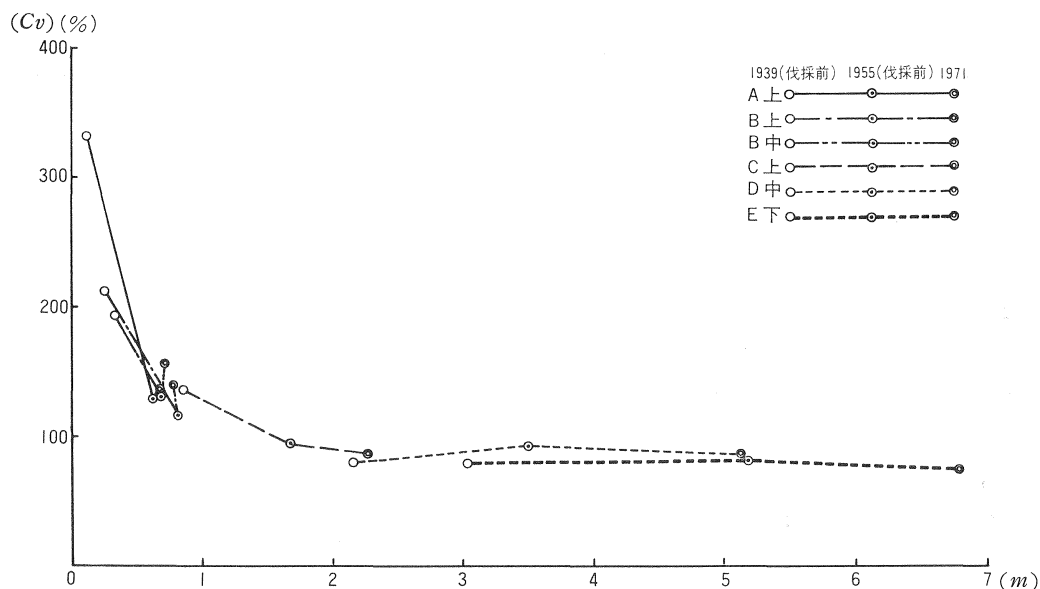


図 19. 皆伐区における平均値 (m) と変動係数 (Cv) の関係

図 20. 保存区における平均値 (m) と変動係数 (Cv) の関係

(2) B 樹種群は A 樹種群について Cv の減少が大きく、他方 m は A 樹種群とほぼ同じくらい増大している。

(3) C 樹種群は Cv の変化は少なく、ほとんど増減はないが、 m のみは A, B 樹種群と同じ程度に増大している。

(4) D 樹種群は A, B, C 樹種群とは著しく異なり、 Cv は増大し m は減少している。

また成長経過での異なる傾向として次のことが目だっている。

(1) A および B 樹種群では前期に比べ後期は、 Cv の減少が少なくなる。

(2) D 樹種群では前期に比べ後期は、 m の減少が少なくなる。

(3) (1) によって各樹種群間の Cv の較差は後期は著しく縮まってくる。また (2) によって各樹種群間の m の較差も後期は縮まってくる。

次に図 19 から皆伐区では次のことが認められる。

(1) A 樹種群は前期は Cv がやや減少し、 m は僅かに増大するが、後期は Cv が著しく増大し、 m は逆に減少する。

(2) B 樹種群は A 樹種群と同様に、前期は Cv が減少し、 m は増大し、また後期は Cv が増大し、 m は減少する。

(3) C 樹種群は前期には Cv が減少するが m にはほとんど変化がなく、後期は A, B 樹種群同様に Cv は増大し、 m は減少する。

(4) D 樹種群は A, B, C の 3 樹種群とは全く趣きを異にし、前・後期を通じ Cv の変化は小さく、 m のみは著しく減少する。

(5) E 樹種群は D 樹種群と類似の傾向を示し、 Cv の変化は小さいが m の減少は D 樹種群よりさらに大きい。

また前期と後期で異なる傾向として次のことがあげられる。

- (1) A, B, C 樹種群の Cv は前期には減少するが、後期には増大する。
- (2) D, E 樹種群の Cv は前、後期を通じ大きな変化はないが、後期に僅かながら漸増する。
- (3) このように皆伐の繰り返しによって、一般に Cv は大きくなるが m は小さくなり、とくに D, E 樹種群の m の激減によって各樹種群間の m の較差は縮まってくる。

最後に図 20 から、保存区では次のことが認められる。

- (1) A 樹種群は前期は Cv が著しく減少し、 m は逆に増大するが、後期は Cv も m も大きな変化はない。
- (2) B 樹種群は前期は A 樹種群に次いで Cv が減少し、 m は増大するが、後期は Cv はやや増大し、 m は変化しない。
- (3) C 樹種群は前期は A, B 樹種群に次いで Cv が減少し、 m は A, B 樹種群より大きく増大しているが、後期は A, B 樹種群とは異なり、前期とほぼ類似の傾向を続ける。
- (4) D 樹種群は前期は A, B, C 樹種群とは全く異なる傾向を示し、 Cv はほとんど変化せず、 m のみ著しく増大するが、後期は前期とほぼ同じ傾向を続ける。
- (5) E 樹種群は前、後期とも D 樹種群に近い傾向を示し、 Cv はほとんど変化せず、 m のみ著しく増大している。

特に前期と後期で異なる傾向として、次のことが注目される。

- (1) A, B 樹種群は前期には Cv が減少し、 m が増大するが、後期には Cv も m も大きな変化は見られない。
- (2) C, D, E 樹種群は前、後期を通じ Cv は変化が少なく、ほぼ E, D, C の順で安定しているが、 m はつねに著しく増大し E, D, C の順に大きい。

IV-4 樹種群別択伐効果の総括

これまで検討した結果を要約すれば、およそ次のようである。

- (1) 択伐作業は林分の樹種混交歩合を改良するには、極めて有効である。
- (2) 択伐作業は皆伐作業に比べて前期・後期とも、ほぼ 120% の材積成長量となり、成長量の総量からみても有利である。
- (3) そのうえ、択伐した樹種群のみの成長量を皆伐区に比べると、前期は 201% (I 分地上位樹種) ~ 223% (I 分地中位樹種)、後期は 239% (I 分地上位樹種) ~ 327% (II 分地上位樹種) となり、一層有利なことが分かる。
- (4) ツブラジイの成長は、後期において、とくに著しく、このため保存区の成長量は皆伐区に比べ、前期は 115% であったが後期には実に 206% に達し、林齢 57 年に至ってもなお大きい成長を続けているので、さらに今後の成長経過の追求が望まれる。
- (5) 樹種群別の直径分布を検討するため、Polya の理論値を規定する平均値 (m) と変動係数 (Cv) を算出すると、両者の間に施業 (択伐, 皆伐, 保存) ごと、樹種群型ごとに、それぞれ特長のある関係があって、それらはまた施業の特長を現わしているものと言える。要するに今回のとりまとめで明らかになったことは、林齢約 25 年の天然生林に択伐, 皆伐などの施業を行って 16 年後に調査した前期と、再度同じ手法で施業を行い、16 年後に調査した後期の結果では、上記の m と Cv の特長ある関係が、いろいろ

と変化するということである。しかもそれらの変化は、それぞれの施業の特性をよく現わしているとみられ、したがって択伐の場合は、その効果を率直に評価する一つの側面であると考えられる。

（6）そこで施業の相違によって、前期および後期に、樹種群別に、 m と Cv がどのように変化してきたかを一覧表にとりまとめると、次の表 14 のとおりである。

表 14 に示しているように、直径分布を m と Cv との関係から診断すれば、択伐作業の効果は、皆伐作業による A, B 樹種群の直径分布の不安定化や全樹種群の m の減退化、保存作業による A, B 樹種群の被圧木と D, E 樹種群の優勢木への層の分化に比べ、目的樹種群の直径分布の均一化という方向で認められる。

このことは、天然生暖帯広葉樹林を一度の施業だけでなく、同じ施業を 32 年間に 2 度くり返し、3 回

表 14. 施業の相違による樹種群別の m と Cv の前・後期別の変化一覧表

樹種群	調査期間	択 伐		皆 伐		保 存	
		Cv	m	Cv	m	Cv	m
A	前期	減(最大)	増	減	増	減(最大)	増
	後期	減(少なくなる)	増(ややにぶる)	著しく増	増 減	やや増	増 減僅少
B	前期	減(Aにつぎ大)	増	減	増	減(Aにつぎ大)	増
	後期	減(少なくなる)	増(ややにぶる)	増	増 減	やや増	増 減僅少
C	前期	増減僅少	増	減	増減僅少	やや減	増(E, Dにつ ぎ大)
	後期	増減僅少	増(ややにぶる)	増	減	増減僅少	増(E, Dにつ ぎ大)
D	前期	増	減	増減僅少	著しく減	増減僅少	著しく増
	後期	増	増減僅少	増減僅少	減	増減僅少	著しく増
E	前期	—	—	増減僅少	著しく減(最大)	増減僅少	著しく増(最大)
	後期	—	—	やや増	著しく減(最大)	増減僅少	著しく増(最大)
特 色	1.	1. 前・後期を通じA・Bでは小さい m , 大きい Cv の型から、大きい m , 小さい Cv の型に移行し、Cでは m は大きくなるが Cv の変動は小さい。DではA, B, Cとは全く異なり小さい m , 大きい Cv へと動く。		1. A, B, Cの Cv は前期に減であるが後期に増となり、D, Eの Cv は前、後期とも変化が小さい。		1. A, Bの Cv は前期は減であるが後期はやや増程度となり、C, D, Eの Cv は前・後期とも比較的増減が少なく安定的であるが、E, D, Cの順で安定性が高い。	
	2.	2. 後期に前期とちがってくるのはA, B, Cでの m の増がややにぶること、A, Bでの Cv の減少が著しく小さくなることおよびDでの m の減少がほとんどなくなる。		2. A, B, Cの m は前期は増であるが、後期は減となり、D, Eの m は前、後期とも、その減少は著しく大きい。		2. A, Bの m は前期は増であるが、後期は増減が僅少であり、C, D, Eの m は前・後期とも、いずれも増大するが、とくにD, Eの後期の増大は著しい。	
特 色	3.	3. 要するに後期にはA, B, Cの m も Cv も較差が著しく小さくなり、択伐によって全樹種群の直径分布は均一化の方向に進んでいく。		3. 要するに皆伐のくり返しによって後期には m の減少、ことにE樹種群での激減によって、各樹種群間の m の較差が縮まり、またA, B, Cでの Cv の増加によって、A, B, Cの直径分布は不斉一、不安定な型へと移行していく。		3. 要するに後期にはA, Bの被圧木層化とE, Dの優勢木層への分化が進んでいく。	

の全林調査によって得られたもので、この施業試験の貴重な成果の一つといえよう。

V 直径成長の分析

施業の相違によって、樹種群および樹種別の直径階別直径成長量がどのような相違を示すかを検討し、施業の優劣に論及する。

V-1 施業別樹種群別直径成長量の算出

直径成長量の計算は文献 2) では D. R./D. E. 法によったが、この試験の場合は調査間隔が長いので進界木や枯死木が多く、また大きな直径成長を示すので、林分表法に似た方法を用いた。その計算過程は次

表 15. 期末時の本数が期首時の本数より多い場合

直径階 (cm)	期首 1939 (本)	期末 1955 (本)	直径成長量 (cm)				成長量 (cm)
			0 (本)	2 (本)	4 (本)	6 (本)	
16							
14		1					
12		4					
10		10					
8	1	18				1	0.375
6	6	41 (37)			2	4	0.333
4	27	55(169)		1	18	8	0.282
2	95			55	40		0.178
計	129	129(206)		56	60	13	

注) (): 進界木

表 16. 期末時の本数が期首時の本数より少ない場合

直径階 (cm)	期首 1939 (本)	残存可 能本数 (本)	期末 1955 (本)	直径成長量 (cm)					成長量 (cm)
				0 (本)	2 (本)	4 (本)	6 (本)	8 (本)	
30			1						
28			0						
26			0						
24			0						
22	1	1	1					1	0.500
20	0	0	1						
18	2	2	1		1	1			0.188
16	0	0	3						
14	3	3	4		2	1			0.167
12	3	3	7		2	1			0.167
10	7	7	9		5	2			0.161
8	14	10	18		8	2			0.150
6	27	19	17		18	1			0.132
4	37	26	17	9	17				0.082
2	39	29	21	21	8				0.034
計	133	100	100	30	61	8		1	

残存可能本数率: 0.7179

のようである。

1) 期末時の本数が期首時の本数より多い場合

表 15 に示すように本数の増加は進界木が胸高直径 2 cm 以上に進界したもので、期首時と期末時の本数は表中の本数欄に記入する。

胸高直径 12 cm の欄をみると期末時の本数は 4 本で、これは期首時に 6 cm であったものが成長したものである。したがって順次表のそれぞれの成長量の欄に記入し、この表からそれぞれの直径階について定期平均直径成長量を算出した（以下たんに直径成長量という）。

2) 期末時の本数が期首時の本数より少ない場合

表 16 に示すように期末時の本数の減は、枯死によるものとし、さらに期首時について胸高直径 10 cm 以上の立木には枯損がないと仮定した。そこで胸高直径 8 cm 以下の期首の本数で期末の総本数と期首の胸高直径 10 cm 以上の本数との差を除いたものを残存可能本数率とした。この残存可能本数率を期首の直径 8 cm 以下の直径階別本数に乗じて残存可能本数を推定し、その合計本数が期末における合計本数に等しくなるように端数を調整した。この時 + の偏差は大きい直径階で、- の偏差は最小直径階で修正した。その後の計算過程は 1) と同じである。なおこれらの方法では直径分布を離散的分布として扱っているので、系統的誤差の生ずるおそれがあるが、D. R./D. E. 法より現実的と考えられる。

3) 期首時の本数が 0 の場合

皆伐区のように期首時の本数が 0 の場合は、萌芽木に加え実生木も混在するので、同じ直径階でも樹齢が異なるものが混在している。このことは程度の差はあっても 1), 2) の場合でもあてはまるが、皆伐区

表 17. 択伐区の樹種群別，調査期間別の直径成長量の算出値と修正値

樹種群	調査期間	径 級 (cm)												
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
A 上	前期	0.075	0.141	0.125										
	後期	0.075	0.122	0.140										
B 上	前期	0.123	0.219	0.400										
	後期	0.123	0.219	0.400										
B 中	前期	0.178	0.282	0.333	0.375									
	後期	0.178	0.272	0.333	0.375									
C 上	前期	0.098	0.173	0.200	0.303	0.500	0.875							
	後期	0.098	0.145	0.215	0.317	0.500	0.875							
D 中	前期	0.069	0.136	0.190	0.267	0.308	0.333	0.469	0.375	0.500				
	後期	0.069	0.132	0.190	0.244	0.295	0.346	0.396	0.443	0.485	0.524	0.559	0.590	0.625
D 下	前期	0.375	0.250	0.219	0.357	0.500	0.667	0.750						
	後期	0.375	0.254	0.219	0.357	0.513	0.650	0.754						
D 下	前期	0.154	0.192	0.348	0.475		0.500	0.500	0.500	0.625				
	後期	0.110	0.240	0.340	0.410	0.458	0.495	0.520	0.550	0.570				

注：上段は算出値，下段はフリーハンドによる修正値。

表 18. 保存区の樹種群別，調査期間別の直径成長量の算出値と修正値

樹 種 群	調査期間	径 級 (cm)														
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
A 上	前 期 {	0.056	0.148	0.219												
	後 期 {	0.056	0.148	0.219												
B 上	前 期 {	0.052	0.143	0.125	0.125											
	後 期 {	0.052	0.138	0.140	0.120											
B 中	前 期 {	0.041	0.082	0.125												
	後 期 {	0.041	0.073	0.125												
C 上	前 期 {	0.041	0.082	0.125												
	後 期 {	0.041	0.073	0.125												
D 中	前 期 {	0.041	0.082	0.125												
	後 期 {	0.041	0.073	0.125												
D 下	前 期 {	0.041	0.082	0.125												
	後 期 {	0.041	0.073	0.125												
E 下	前 期 {	0.041	0.082	0.125												
	後 期 {	0.041	0.073	0.125												

注：上段は算出値，下段はフリーハンドによる修正値。

表 19. 択伐区と保存区の樹種群別本数 (単位: 本)

樹 種 群	択 伐 区				保 存 区		
	1939伐後	1955伐前	1955伐後	1971	1939	1955	1971
A 上	613	828	774	802	583	391	383
B 上	103	158	140	137	119	74	81
B 中	129	335	302	418	181	197	382
C 上	525	707	552	658	451	317	183
D 中	31	111	58	75	159	106	96
D 下					133	100	103
E 下					747	547	435

表 20. 皆伐区の樹種群別, 調査期間別の本数と直径成長量

樹 種 群	前 期		後 期	
	本 数 (本)	成 長 量 (cm)	本 数 (本)	成 長 量 (cm)
A 上	86	0.151	206	0.126
B 上	62	0.179	153	0.137
B 中	161	0.197	365	0.175
C 上	308	0.231	389	0.192
D 中	59	0.267	59	0.224
D 下	95	0.325	110	0.278
E 下	524	0.447	719	0.281

では実生木の割合は択伐や保存区に比べると多いものと思われる。したがって、この場合は平均直径の成長量のみ算出した。

このようにして求めた択伐および保存区の直径成長量の数値をフリーハンドで修正した結果を、樹種群別, 調査期間別にとりまとめたものを表 17, 18 に, 総本数を表 19 に示す。また皆伐区の結果は表 20 に示す。

V-2 施業別直径成長量の比較

V-2-1 樹種群別直径成長量

表 17, 18 に示されている樹種群別の直径成長量をまとめて図示すると図 21~24 のとおりで、これらの図から次のことが分る。

(1) 択伐を実行すれば、保存に比べ（前期の A 上を除き）A, B, C 樹種群では、いずれも直径成長量が多い。前期の A 上樹種群で択伐より保存の方が直径成長量が多く算出されたのは、表 21 で分るように択伐によって A 上樹種群の本数が前期に 613 本から 828 本に増加しているのに、保存では被圧によって 583 本から 391 本に減少しており、それぞれ 828 本と 391 本の算術平均によって算出したことより生じたものと思われ、現実には A, B, C のいずれの樹種群も、すべて前期、後期とも択伐は保存より直径成長量が多いと見るべきであろう。

次に樹種群別の直径成長量は前期、後期とも、大体 A, B, C, D の順に小さいが、前期の 8 cm 以下の小径級のみでは B と C の順は逆となる。

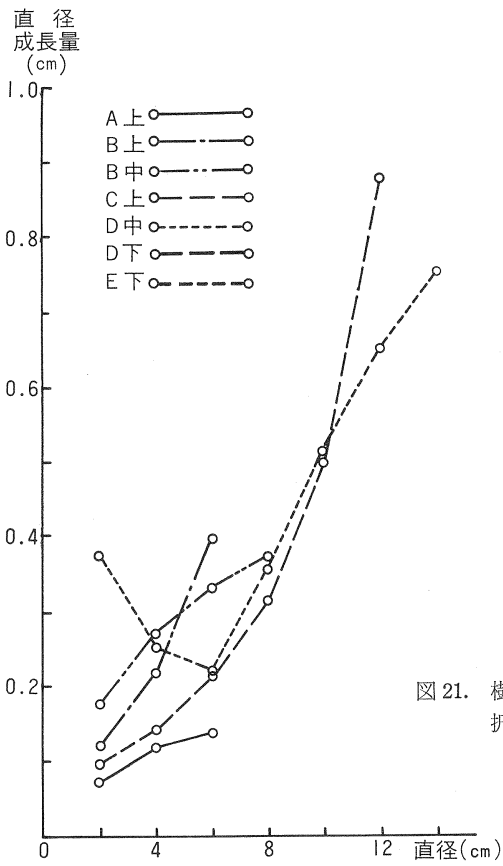


図 21. 樹種群別直径成長量比較図
択伐 (1939~1955 年)

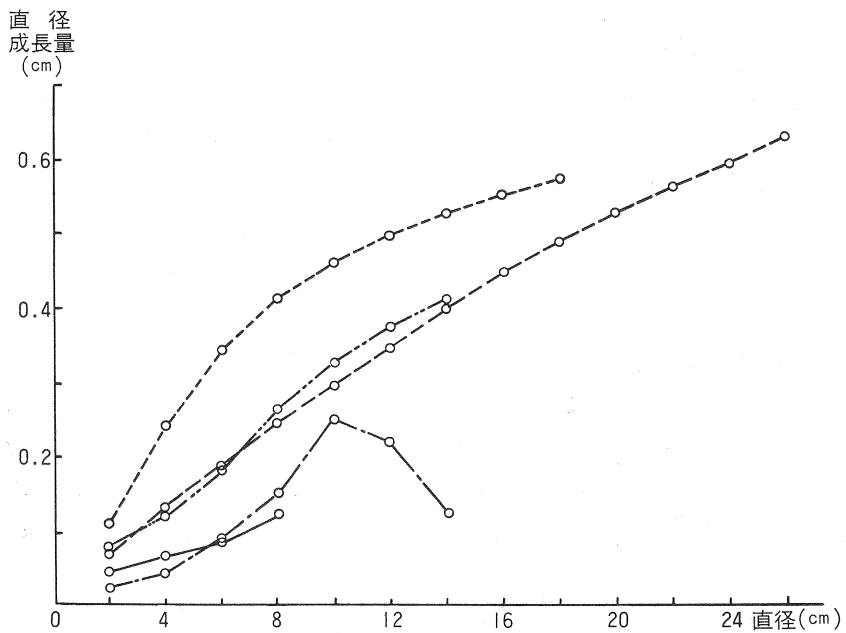


図 22. 樹種群別直径成長量比較図 択伐 (1955~1971 年)

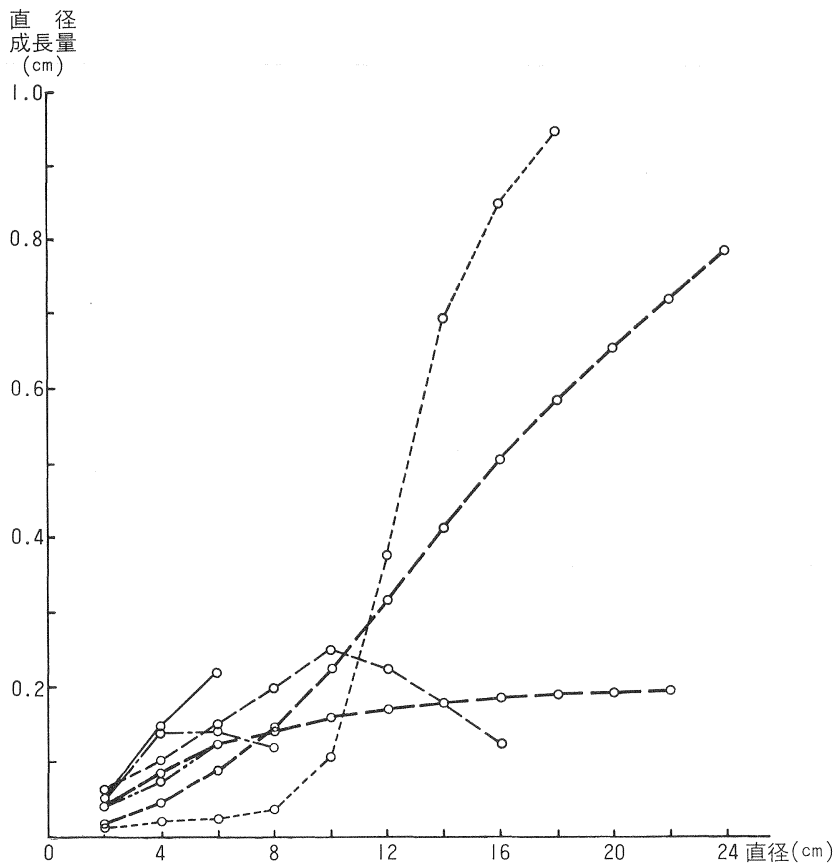


図 23. 樹種群別直径成長量比較図 保存 (1939~1955 年)

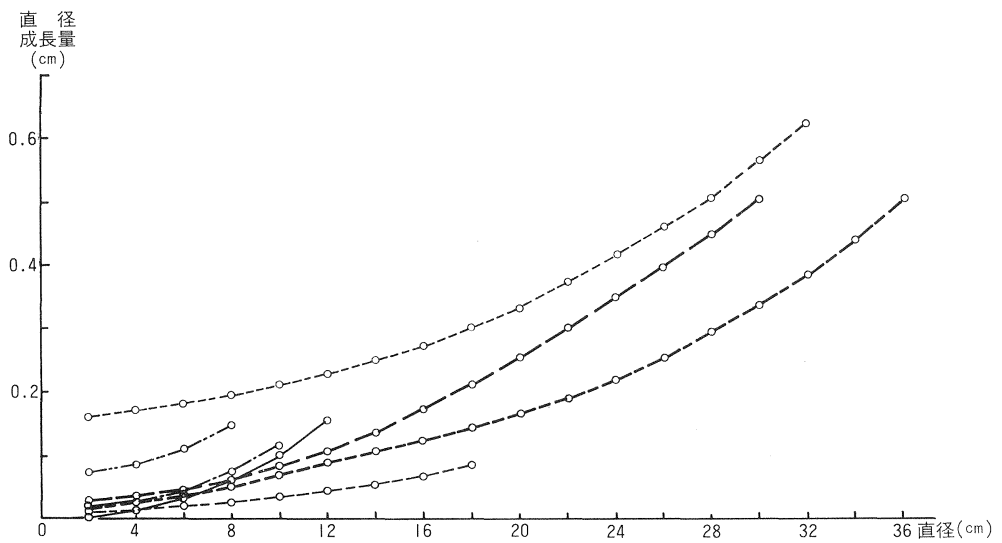


図 24. 樹種群別直径成長量比較図 保存 (1955~1971 年)

表 21. 樹種群別直径成長量算出に用いた本数

(単位: 本)

樹 種 群	択 伐				皆 伐		保 存		
	1939伐後	1955伐前	1955伐後	1971	1955	1971	1939	1955	1971
A 上	613	828	774	802	86	206	583	391	383
B 上	103	158	140	137	62	153	119	74	81
B 中	129	335	302	418	161	365	181	197	382
C 上	525	707	552	658	303	389	451	317	183
D 中	31	111	58	75	59	59	159	106	96
D 下					95	110	133	100	103
E 下					524	719	747	547	435

さらに択伐することによって、後期には A, B, C 樹種群の直径成長量の差は 6 cm 以下の小径級で、とくに縮まってくる。

なお択伐区における D 樹種群の直径成長量は A, B, C 樹種群とは異なった性質を示すが、これは D 中は I 分地では択伐、II 分地では皆伐され、その平均値で論じられるところに主因があると思われる。

(2) 無施業のまま保存すれば、6 cm 以下の小径級の直径成長量は、前期は A, B, C, D, E 樹種群の順に大きく、また前期の A 上を除き前・後期とも A, B, C 樹種群では択伐の場合より直径成長量が小さいことは、前述のとおりである。

次に後期においてはゆるやかな J 曲線をなす E, D 樹種群の大径級階への著しい伸びと A, B, C 樹種群の直径成長量の停滞が目立ち、10 cm 以下の径級では A, B, C の直径成長量の差は著しく縮まってくる。

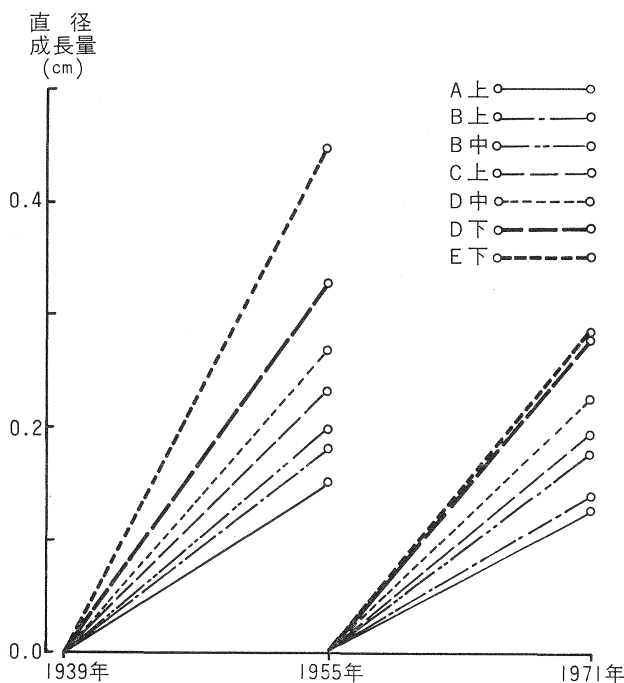


図 25. 皆伐による樹種群別・調査年別平均直径成長量

なお A 上で後期の直径成長量が径級 12 cm まで伸び、択伐の場合の 8 cm までより優れてみえるが、これは作図の場合に保存の後期の直径成長量で 10 cm, 12 cm の径級に各 1 本ずつあったことによるもので、総括的に判断すれば、保存区の A, B, C 樹種群は後期には D, E 樹種群に完全に被圧されて、その直径成長量は小径級では停滞ないし減退の方向にあることは明らかである。

(3) 皆伐については表 20 に示す平均直径の成長量を図 25 に示した。前期の成長量は A, B, C, D, E 樹種群の順に小さく、後期もその順位は同じであるが、

後期は前期よりいずれの樹種群も成長量が減少し、その減少はおおよそ E, D, C, B, A の順で大きい。したがって樹種群間の成長量の較差は後期には縮まっている。

直径成長分析に関する文献²⁾と本報告との両分析結果を要約して、施業別にわかりやすく対照表をつくると、表 22 のとおりである。

ここで以上の分析結果を要約すると、表 22 に示すように、文献²⁾と本報告の前期の結果はよく一致し、また文献²⁾は本報告の母体ともいふべきものであるから、まず文献²⁾における樹種群別直径成長量分析についての総括的結論を要約して述べ、次にそれを基盤として、本報告での前・後期とくに後期に重点をおいて結論を述べる。

1. 文献²⁾の直径成長量分析についての要約

(1) 皆伐や保存の場合は樹種群によって直径成長量に大差があり、その（総体での）大きさは E, D, C, B, A の順となる。しかし択伐の場合は樹種群による直径成長量の差が縮まる。

(2) しかも択伐の場合は、径級 18 cm 以下の A, B, C 樹種群の比較ではいずれの径級においても保存の場合より直径成長量が大きく主として 2～4 cm の小径級を除けば、皆伐の場合よりも著しく大きい。

表 22. 直径成長に関する文献 2) と本報告の施業別結論の対照表

施業別	文 献 2) の 要 約	本 報 告 の 要 約
択 伐	(1) A, B, C では (D 下, E 下は除く) 保存の場合より直径成長量が大きい。 (2) A, B, C, D の樹種群間の直径成長量の差は縮まる。	(1) 前・後期とも（前期の A 上を除き）A, B, C では保存の場合より直径成長量が大きい。 (2) 後期には A, B, C の小径級（6 cm 以下）の直径成長量の差が縮まる。 (3) 前・後期とも直径成長量は A, B, C, D の順に小さい（前期の小径級は A, C, B の順に小さい） (4) D は A, B, C とは異質の傾向を示すがこれは I 分地で択伐, II 分地で皆伐されていることが主因である。
保 存	(1) 小径級の直径成長量は A, B, C, D, E の順に大きく、E, D, C は負の成長、すなわち小径級木に枯損木が多い。 (2) 反対に大径級階への伸びは、E, D, C, B, A の順に大きく、大径級に及ぶとベル型曲線となる。	(1) 前期には小径級（6 cm 以下）の直径成長量はおおむね A, B, C, D, E の順に大きい。 (2) 後期には D, E の大径級階への著しい伸びと、A, B, C の直径成長量の停滞が目だち、10 cm 以下の小径級木では A, B, C 各樹種群の直径成長量の差は縮まる。
皆 伐	(1) いずれの樹種群も径級の増加に伴い直径成長量は減少し、A, B, C, D, E の順にいずれの径級においても直径成長量が小さい。 (2) 径級の増加に伴い直径成長量の減少が小さい曲線へと、樹種群別に規則的に配列されていて、直径成長量最大の E 樹種群は逆 J 型の直径成長曲線を示す。	(1) 前・後期とも直径成長量は A, B, C, D, E の順に小さい。 (2) 後期は前期よりいずれの樹種群も直径成長量が小さく、その減少は E 樹種群が最大、A 樹種群が最小で、直径成長量の差は縮まる。

(3) したがって、いずれの樹種群も択伐による成長量の増大は明らかに期待されるが、皆伐や保存の場合に直径成長量が一般に小さい樹種群は、とくに択伐は有効な手段となろう。

2. 本報告の直径成長量分析についての要約

(1) 択伐の場合の A, B, C 樹種群も、保存の場合の A, B, C 樹種群も、また皆伐の場合のすべての樹種群も、後期には直径成長量の差が縮まる傾向がある。

(2) 択伐の場合に保残された小径級木は、保存の場合の同じ小径級木に比べ、直径成長量が多い。

(3) 皆伐の場合は、いずれの樹種群も後期は前期より直径成長量が小さい。とくに E 樹種群でその傾向が最も大きく、したがって林分としての成長量は、後期はとくに択伐や保存の場合に比べ最も小さい。

(4) 保存の場合は、とくに後期において目的樹種である A, B, C 樹種群の直径成長量が択伐の場合より遥かに劣っている。しかし皆伐のほか、択伐でもほとんど伐採される D, E 樹種群では著しい直径成長をしているので、結局後期は択伐の場合よりも総成長量が多い。これは主として 57 年生までのツブ

表 23. 択伐区の樹種別、調査期間別の直径成長量の算出値と修正値

樹 種	調査期間	径 級 (cm)						
		2	4	6	8	10	12	14
ヤ ブ ツ バ キ	前 期	0.102 0.100	0.152 0.162	0.250 0.250				
	後 期	0.054 0.054	0.073 0.068	0.081 0.091	0.125 0.125			
ヒ サ カ キ	前 期	0.047 0.047	0.083 0.083					
	後 期	0.026 0.026	0.045 0.040	0.042 0.048				
サ ザ ン カ	前 期	0.060 0.060	0.103 0.103					
	後 期	0.051 0.051	0.069 0.071	0.138 0.105	0.125 0.153			
ネ ズ ミ モ チ	前 期	0.045 0.045	0.063 0.075	0.125 0.125				
	後 期	0.155 0.155	0.208 0.208	0.250 0.252	0.292 0.292			
リ ン ボ ク	前 期	0.201 0.200	0.302 0.308	0.625 0.625				
	後 期	0.081 0.098	0.141 0.117	0.143 0.135	0.150 0.150	0.225 0.166	0.179	0.125 0.191
ヤ マ ビ ワ	前 期	0.143 0.140	0.158 0.164	0.208 0.203	0.250 0.250			
	後 期	0.065 0.065	0.082 0.084	0.125 0.100	0.100 0.113	0.125 0.125	0.125 0.132	
ア ラ カ シ	前 期	0.064 0.080	0.138 0.121	0.182 0.173	0.250 0.252	0.403 0.403	0.750 0.655	
	後 期	0.093 0.093	0.166 0.166	0.229 0.233	0.307 0.307	0.351 0.370	0.432 0.435	0.500 0.495

注：上段は算出値，下段はフリーハンドによる修正値。

表24. 保存区の樹種別、調査期間別の直径成長量の算出値と修正値

樹 種	調査期間	径 級 (cm)													
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
ヤ ブ ツ バ キ	前 期	0.061	0.156	0.250											
	後 期	0.061	0.156	0.250											
	後 期	0.010	0.034	0.059	0.082	0.104	0.125								
ヒ サ カ キ	前 期	0.042	0.125												
	後 期	0.042	0.125												
	後 期														
サ ザ ン カ	前 期	0.053	0.125	0.125											
	後 期	0.053	0.105	0.138											
	後 期	0.002	0.009	0.010											
ネ ズ ミ モ チ	前 期	0.064	0.141												
	後 期	0.064	0.141												
	後 期	0.007	0.007	0.016	0.125										
リ ン ボ ク	前 期	0.047	0.150	0.125	0.125										
	後 期	0.080	0.106	0.125	0.137										
	後 期	0.050	0.036	0.042	0.060	0.125									
ヤ マ ビ ワ	前 期	0.070	0.139	0.125											
	後 期	0.070	0.115	0.146											
	後 期	0.022	0.039	0.042	0.031										
ア ラ カ シ	前 期	0.063	0.123	0.135	0.152	0.167	0.125								
	後 期	0.075	0.104	0.128	0.150	0.165	0.189								
	後 期	0.008	0.048	0.039	0.037	0.100	0.125	0.063	0.250						
タ ブ ノ キ	前 期	0.065	0.125	0.115	0.188	0.354	0.875								
	後 期	0.061	0.082	0.125	0.205	0.341	0.865								
	後 期	0.023	0.046	0.034	0.125	0.156	0.188	0.215	0.250	0.290	0.330	0.375	0.500	0.422	0.473
ク ロ バ イ	前 期	0.006	0.052	0.108	0.153	0.167	0.250								
	後 期	0.006	0.054	0.108	0.153	0.195	0.235								
	後 期	0.066	0.125	0.125	0.183	0.125	0.125	0.125	0.125						
ツ プ ラ ジ イ	前 期	0.035	0.123	0.204	0.304	0.437	0.520	0.583	0.698	0.750	0.750				
	後 期	0.018	0.046	0.090	0.145	0.223	0.315	0.410	0.500	0.580	0.650	0.716	0.780		
	後 期	0.014	0.028	0.019	0.083	0.080	0.111	0.110	0.117	0.125	0.148	0.188	0.293	0.327	0.297
				0.042	0.060	0.073	0.088	0.105	0.120	0.141	0.163	0.188	0.218	0.252	0.297

注：上段は算出値，下段はフリーハンドによる修正値。

表 25. 皆伐区の樹種別、調査期間別の本数と直径成長量

樹 種	前 期		後 期	
	本 数 (本)	成 長 量 (cm)	本 数 (本)	成 長 量 (cm)
ヤ ブ ツ バ キ	26	0.163	60	0.125
ヒ サ カ キ	15	0.150	59	0.125
サ ザ ン カ	45	0.142	87	0.126
ネ ズ ミ モ チ	24	0.161	53	0.125
リ ン ボ ク	38	0.191	93	0.145
ヤ マ ビ ワ	123	0.195	298	0.179
ア ラ カ シ	262	0.227	345	0.191
タ ブ ノ キ	53	0.276	52	0.221
ク ロ バ イ	30	0.175	51	0.162
ツ ブ ラ ジ イ	524	0.447	719	0.281

表 26. 択伐区と保存区の樹種別本数

(単位: 本)

樹 種	択 伐 区				保 存 区		
	1939伐後	1955伐前	1955伐後	1971	1939	1955	1971
ヤ ブ ツ バ キ	308	400	378	392	208	185	155
ヒ サ カ キ	108	146	132	139	164	75	85
サ ザ ン カ	197	282	264	271	211	131	143
ネ ズ ミ モ チ	36	47	41	84	67	45	52
リ ン ボ ク	60	102	90	47	38	23	25
シャ シ ャ ン ボ	7	9	9	6	14	6	4
サ カ キ	1	0	0	8	4	3	6
シ イ モ チ	36	68	55	62	54	35	77
ミ ミ ズ バ イ	6	25	23	39	10	9	33
ヤ マ ビ ワ	67	187	177	250	78	121	225
ク ロ ガ ネ モ チ	19	55	47	59	35	29	41
モ チ ノ キ	17	36	20	36	12	23	6
イ ス ノ キ	59	72	67	77	32	12	21
ア ラ カ シ	412	531	413	501	343	246	137
ウ ラ ジ ロ ガ シ	25	40	33	29	33	25	14
エ ゴ ノ キ	12	28	19	15	31	11	5
ヤ マ モ モ	2	4	0	0	7	3	4
ス ダ ジ イ	3	20	18	26	90	45	50
タ ブ ノ キ	26	87	40	49	62	58	42
ク ロ バ イ					64	60	87
ク リ					2	0	0
カラスザンショウ					2	0	0
ク ス ノ キ					57	34	16
ネ ム ノ キ					8	6	0
ツ ブ ラ ジ イ					747	547	435

ラジイの成長によるものであるから、このような立地におけるツブラジイの今後の成長経過は、将来の暖帯広葉樹林の施業指針に重要な資料となるであろう。

（５）直径成長量の分析結果は、択伐効果を含む各施業の得失を明らかにするという分析の目的よりみて IV-3 の直径分布の分析結果と一脈相通ずる類似の結論が見られることを、とくに注目したい。

V-2-2 樹種別直径成長量

樹種別の直径成長量を検討するために、前述の V-1 と同じ手法で樹種別に直径成長量を算出し、その更正値を求めたものを表 23～25 に、総本数を表 26 に示す。

この表 26 に示した樹種のうち、総本数の少ない樹種は直径成長の推定が困難と考えられるのでこの検討から除外し、残りの 10 樹種ヤブツバキ、ヒサカキ、サザンカ（A 樹種群）、ネズミモチ、リンボク、ヤマビワ（B 樹種群）、アラカシ（C 樹種群）、タブノキ、クロバイ（D 樹種群）、ツブラジイ（E 樹種群）について検討を行う。

前に掲げた表 23～25 から、樹種別の直径成長量について、次のことが分かる。

1. 択伐については

（１）前期のヒサカキ、サザンカ（A 上）、ネズミモチ（B 上）を除き、前期、後期ともヤブツバキ、ヒサカキ、サザンカ（A）、ネズミモチ、リンボク、ヤマビワ（B）、アラカシ（C）は保存の場合より直径成長量が多い。

（２）後期にはヤブツバキ、ヒサカキ、サザンカ（A）、ネズミモチ、リンボク、ヤマビワ（B）、アラカシ（C）の 6 cm 以下の小径級での直径成長量の差が縮まる。

（３）前期、後期をとおして平均的にみたおおよその見当では、直径成長量は大体ヒサカキ、ヤブツバキ、サザンカ（A）、ヤマビワ、リンボク、ネズミモチ（B）、アラカシ（C）の順に小さいとみられる。

2. 保存については

（１）前期は 6 cm 以下の小径級の直径成長量はおおよそヤブツバキ、ヒサカキ、サザンカ（A）、ネズミモチ、リンボク、ヤマビワ（B）、アラカシ（C）、タブノキ、クロバイ（D）、ツブラジイ（E）の順に大きい。

（２）後期にはツブラジイ（E）、タブノキ（D）の大径級階への伸びと、ヤブツバキ、サザンカ（A）、ネズミモチ、リンボク、ヤマビワ（B）、アラカシ（C）の直径成長量の停滞が目立ち、10 cm 以下の小径級ではヤブツバキ、サザンカ（A）、ネズミモチ、リンボク、ヤマビワ（B）、アラカシ（C）、タブノキ（D）、ツブラジイ（E）の直径成長量の差が縮まる。

3. 皆伐については

（１）前期、後期とも直径成長量はおおむねサザンカ、ヒサカキ、ヤブツバキ（A）、ネズミモチ、リンボク、ヤマビワ（B）、アラカシ（C）、タブノキ（D）、ツブラジイ（E）の順に小さく、とくに後期は前期よりもいずれの樹種も直径成長量が小さい。

（２）前期に比べ後期の直径成長量の減少は、ツブラジイ（E）が最も大きく、サザンカ、ヒサカキ、ヤブツバキ（A）が最も小さく、各樹種の直径成長量の差は縮まる。

この結果、樹種ごとに樹種群名を（ ）で示したので、さきに V-2-1 で述べた樹種群別のそれとよく一致していることがわかる。したがって、樹種群別の直径成長量の分析による諸結論は、そのまま樹種別の直径成長量分析の結論としてあてはめても、何ら支障のないものと考えられる。

VI 総 括

本報告は文献²⁾を基盤とし、文献¹⁾に続く報告であって、文献¹⁾でこの試験の沿革、試験地の設計、林分調査の方法、1939～1971年の32年間の2回の施業（択伐、皆伐、保存）の結果を3回（1939, 1955, 1971年）の全林調査によって総括的とりまとめを行うとともに、この試験地の主要樹種であるカン類とツブラジイの生育について述べたので、本報告は、樹種および樹種群ごとの成長の特性を分析し論じながら、この試験の目的である施業の得失とくに択伐の効果に論及するものである。

1. 直径分布の概括的検討

まず1939年伐採前に、樹種ごとに、ついで炭材として上位、中位、下位および全樹種ごとに、さらに上位および中位樹種群をそれぞれA, B, C, Dの4樹種群に、下位樹種群をB, C, D, Eの4樹種群に、計12樹種群にわけ、それぞれの直径分布並びに32年後のそれらについて、比較検討を行った結果、1939年に定めた上記12の樹種群の分類は、32年後の1971年の調査においても、相対的な特色はほぼそのまま保存されていることが認められた。

2. 樹種群別理論分布曲線のあてはめ

暖帯広葉樹林の樹種および樹種群別に成長の性質を明らかにし、施業の得失を解明するため、直径分布に理論分布曲線のあてはめを行った。ポアソン分布 (Poisson)、負の二項分布 (Polya-Eggenberger) およびワイブル分布 (Weibull) の3理論分布曲線を比較したところ適合性はPolya, Weibull, Poissonの順でよいことが認められた。したがって、いずれの理論分布曲線に対しても適合性の劣るE下（ツブラジイ）を除き、Polyaの理論分布曲線を採用することにした。

3. 直径分布による樹種群分類の妥当性

1. で述べたA～Eの樹種群分類の妥当性を調べるためPolyaの型を規定する平均値 (m) と変動係数 (Cv) の樹種群間の差を分散分析により検定した。その結果1939年の伐採前の全地域および1939, 1955, 1971年の保存区における樹種群間の m , Cv には、すべて差が認められた。したがって1. で述べたA～Eの分類は、妥当であることが分かり、以後の直径分布の分析、直径成長の分析は、これを樹種群分類の基礎とすることにした。

4. 樹種群別択伐効果の分析

まず、林分の樹種混交歩合を改良するうえで択伐作業の効果を調べると、択伐によって増加を意図した目的樹種の材積混交割合は、32年間の2回の択伐によって22.8%から66.4%へと増大して林相の大変革が実現し、択伐効果が択伐ごとに大きいことが分かった。

また林分の成長量を増大させるうえでの択伐作業の効果を調べると、皆伐の場合の120%を越え、しかもそのうち目的樹種のみ成長量は、皆伐に比べ前期は201 (I分地上)～223 (I分地中)%, 後期は239 (I分地上)～327 (II分地上) %に達し、両者の差は後期には一層広がる傾向がある。

しかし保存作業に比べると前期は択伐の方が5%程度成長が大きいが、後期は逆に保存の方が66%あまりも大きい。これは主としてツブラジイの盛んな成長によるもので、この試験地の目的樹種のみ成長量では保存は択伐の僅か2%にすぎない。

要するに成長量を増大させるうえでも、択伐作業の効果は明らかであるといえようが、またツブラジイの樹齢57年に至っても、なお衰えない盛んな成長については、今後の成長の推移がとくに注目される。

次に樹種群別直径分布を比較検討するため、Polya の型を規定する平均直径 (m) と変動係数 (Cv) を求めると両者の間に施業別樹種群別に特長のある関係があることが分かり、しかも前期と後期では、施業によって、かなり違いのあることが明らかになった。

すなわち、択伐すれば主要樹種群 (A, B, C) の直径分布は、大きい m 、小さい Cv に移行する傾向があるが、後期には m も Cv も変化が小さくなり、ともに樹種群間の較差が少なくなって、直径分布は次第に安定均一化の方向に進んでいく。

皆伐すれば前期は A, B, C では択伐と同じく大きい m 、小さい Cv に移行するが、皆伐を繰り返すと後期にはいずれの樹種群も m の減少を招き、ことに D, E の m の減少は著しく、樹種群間の m の較差は縮まる。他方 Cv も前期とは異なり、A, B, C での後期の増加が大きく、したがって A, B 樹種群の直径分布は不斉一、不安定な型へと移行する。

保存すれば m は前期にはほぼすべての樹種群で大きくなるが、後期には E, D のみで著しく増加し、A, B ではほとんど増加しない。また Cv は前期は A, B, C の順で減少するが、後期はあまり変化せず、結局 A, B 樹種群の被圧木化が目だってくる。

このように択伐作業は目的樹種群の直径分布の安定均一化を達成するという点で、 m の減退と A, B, C 樹種群の直径分布の不安定化が生ずる皆伐作業や優良樹種の多い A, B, C 樹種群の被圧木化と D, E 樹種群の優勢木化が生ずる保存作業に比べ、その効果は明らかであると言えよう。

5. 直径成長の分析

樹種群別直径成長量は、択伐および保存区については林分表法に似た方法を用いて算出した値を図上でフリーハンドで修正したものを、皆伐区については平均直径に対する成長量を用いて施業別に樹種群別の直径成長量の特徴を検討した。

その結果、前期は文献²⁾に示した結果と同様に皆伐や保存の場合は樹種群によって直径成長量に大差があり、その大きさは E, D, C, B, A 樹種群の順となる。しかし択伐の場合は 18 cm 以下の A, B, C 樹種群については樹種群による直径成長量の差が縮まり、しかも、いずれの径級においても保存の場合より直径成長量が大きく、また 2~4 cm の小径級を除けば皆伐よりも著しく大きい。したがって択伐した樹種群はいずれも皆伐や保存の場合に比べ、成長量の増大は明らかに期待され、とくに皆伐や保存の場合に直径成長量が小さい樹種は、択伐が有効な手段となる、という結論が得られた。

さて後期については、すでに述べたようにこれら前期の結論とは異なるところが少なくない。まず択伐の場合には、択伐保残された目的樹種群の小径級は、前期に引き続き保存や皆伐の場合の同じ小径級に比べ、直径成長量は大きく、また A, B, C の直径成長量の差は一層縮まってくる。しかし皆伐を繰り返して行えば、後期は前期よりいずれの樹種群も直径成長量は小さくなり、とくに E 樹種群では著しく小さくなるので、林分成長量は他の施業に比べ明らかに劣ってくる。また保存作業をくり返し行い、林齢 57 年まで続けると、後期にはこの試験地の目的樹種である A, B, C 樹種群の直径成長量は、択伐の場合より遥かに小さく、その僅か 2% あまりに過ぎなくなる。しかし他方 E 樹種群の直径成長量は極めて大きく、そのため総成長量では皆伐はもちろん、択伐の場合よりも 66% あまりも大きくなる。その主体をなすのはツブラジイであるから、ツブラジイの今後の成長経過については、将来の暖帯広葉樹林の施業にとって、とくに貴重な指針の一つになるにちがいない、今後の継続調査が望まれる。

なお、これら後期の結果は、すでに述べたように直径分布の分析結果と一脈相通ずるところが多く、そ

こには択伐作業の長期にわたる調査結果の貴重さがうかがわれる。

次に樹種別直径成長量を施業別に検討した。ここでとりあげた樹種は、出現本数が過少なものを除き、ヤブツバキ、ヒサカキ、サザンカ (A 樹種群)、ネズミモチ、リンボク、ヤマビワ (B 樹種群)、アラカシ (C 樹種群)、タブノキ、クロバイ (D 樹種群)、ツブラジイ (E 樹種群) の 10 樹種である。

これら 10 樹種についての、樹種別直径成長量の解析結果は、樹種群別直径成長量の場合とほぼ同一の傾向を示すことが分かった。したがって施業別樹種群別の直径成長量の特性は、そのまま樹種別の場合にあてはめてもなんら支障のないことが明らかとなった。

なお最後に、文献¹⁾の末尾にも述べたが、この試験を開始してから 20 年後の 1959 年に、新たに試験地内に設けた 17 の固定プロットの 4 回 (1959, 1963, 1967, 1971 年) にわたる調査結果は暖帯広葉樹林の樹種および樹種群ごとの成長の性質を、短期に精度高く示すものとしては好個の資料であると考えられるので、引き続きとりまとめ報告する予定である。

引用文献

- 1) 小幡 進・栗屋仁志・本田健二郎：暖帯広葉樹の成長と林分構造 第 1 報—試験地の総括的検討—
林試研報, 298, 153~186, (1977)
- 2) 小幡 進：暖帯広葉樹の成長および林分構造に関する研究, 林野庁, 167 pp., (1961)
- 3) 椎林俊昭：林業試験場電算機プログラミング報告 (10)—理論分布のあてはめ (1)—, 林試研報,
303, 65~106, (1979)
- 4) 西沢正久・木梨謙吉・長 正道：林分シミュレーションに対する生長モデルの研究 (II) —ワイブル分布のあてはめについて—, 日林九支研究論文集, 29, 47~48, (1976)

**The Growth and Stand Structure of Warm-Tempered
Broadleaved Evergreen Forest (II)**
—Study of growth properties for each species and species groups—

Hitoshi AWAYA⁽¹⁾, Kenjiro HONDA⁽²⁾, Toshiaki SHIBAYASHI⁽³⁾
and Susumu OBATA⁽⁴⁾

Summary

The research results of this report are based on three times measurements from 1939 to 1971 for the species improvement experimental area of warm-temperate broadleaved evergreen coppice stands which was established in the national forests under the jurisdiction of the NAGASAKI forest office (OSETO town, NISHI SONOKI District, NAGASAKI Prefecture) and the properties of diameter and volume growth for each diameter class have been analysed. Furthermore, merits and demerits of various forest treatments such as clear cutting, non-operation and especially the effect of selective cutting were examined in detail. Before the operation of this experimental treatment, all of the species in this experimental area were classified into three groups based on the value of charcoal-wood and tree species belonging to each group were divided into five diameter distribution types (A, B, C, D, E). A type possesses the character of diameter distribution for the upper grade group, while E type has that of the lower. The other three types between A and E types were named B, C, D type in order.

Finally, the upper and middle grade group were subdivided into four distribution types (A, B, C, D), while the lower grade group was divided into four types as well (B, C, D, E).

In consequence of the comparison between the diameter distribution at the time of establishment of this area and after 32 years, the property of each type has been maintained in spite of various forest treatments during this experimental period.

Still more, all these diameter distributions at five times measurements show non-symmetrical negative skewness. Therefore, three kinds of equations of theoretical distribution (Poisson's, Polya-Eggenberger's and Weibull's distribution) frequently applying to natural forests were applied to these diameter distributions and the goodness of fit was tested with the chi-square test.

As a result of tests, we concluded that Polya-Eggenberger could be fitted to all diameter distributions for each tree species group at every measurement except the lower grade E type (Tsuburajii).

Significant differences were noticed between these distribution types, whereas there was no differences between tree species included in each type. This indicates the reasonableness of our grouping for tree species based on their diameter distributions.

The volume structure ratio of upper and middle grade tree species increased from 22.8% to 41.4% in the 16-year period after the first selective cutting and from 41.4% to 66.4% in

Received December 19, 1980

(1) (3) Forest Management Division

(2) Kyushu Branch Station

(4) Former : Forest Management Division

the same year period after the second cutting. Consequently, the tree species composition in this stand changed remarkably by the application of the selective cutting. The periodic growth of upper grade tree species in the selective cutting plots in the former 16-year period became from 2.0 to 3.4 times larger than that of the clear cutting plots and at the latter period, they became from 2.4 to 3.3 times larger.

On the other hand, the growth in the reserved plots at the same period was only 2% of that in the selective cutting plots owing to the vigorous growth of the lower grade tree species.

From the results of those analyses, it made clear that the selective cutting was a more effective method for the development of the upper grade tree species represented by the evergreen *Quercus* and the *Tsuburajii* which still continued their active growth even at an age of 57 years.

As the next research step, we examined how the tree species composition in mixed hardwood stands was improved according to the forest treatment by means of the change in the diameter distribution for each group during the time. The diameter distribution of important tree species groups (A, B and C type) in the selective cutting plot had a large m and small Cv after the former 16-year period. However, at the latter period, their variation became rather small and the difference of those parameters was not recognized. From these facts, we noticed that their distributions gradually became stationary and uniform. On the other hand, in the clear cutting plot, the mean for E type was very small at the latter period and consequently the difference between the parameters for each species was reduced but Cv of each species was rather large and the diameter distributions of important tree groups became unstable and irregular.

In the reserved plots, the A and B type tree groups grew to the suppressed trees, while the D and E types developed into the dominant ones remarkably.

Moreover, we made a comparison between the diameter growth of each class. In this case, we calculated the diameter growth in the similar way to the stand table method, because the research interval of 16 years was too large for the application of the control method.

As a result of twice forest treatments at the 16-year interval, the diameter growth of small classes of important tree groups in the selective cutting plot was fairly large compared with those in the clear-cutting or reserved plots. When the clear cutting was repeated, the growth of all tree groups became small, and the stand growth was much smaller than any other forest treatment, because the growth of the E type tree group was remarkably lower.

In reserved plots, the growth of upper and middle tree species groups dropped to only 2% of the selective cutting, while D and E type tree groups continued their vigorous growth. Therefore, total growth of the stand was about 66% larger than that of the selective cutting plots.

These analyses provided the same conclusion as that for the diameter distributions. The properties of the diameter growth for 10 tree species with many trees per plot have shown the same tendency too.

From those experimental analyses, it was evident that the selective cutting was a suitable forest treatment which brought the stable, uniform diameter distribution and increased the stand volume growth.

Furthermore, we realized the necessity of technical development for forest treatment and utilization of *Tsuburajii*, since they continued the vigorous growth during a long period.