

冷温帯下部天然生林の更新技術 Ⅲ

——伐採後20年を経過した林分の更新状況——

安藤 信・川那辺三郎・中根 勇雄

Studies on the regeneration of natural forest on lower limit
of cool temperate deciduous broad-leaved forest Ⅲ

——Stand condition of natural regenerated forest
20 years after selection cutting——

Makoto ANDO, Saburo KAWANABE and Isao NAKANE

要 旨

京都大学芦生演習林16林班池ノ谷地区(約 30 ha)の約20年前に択伐され、直後に天然更新補助作業が行われた天然生林の中で、天然生のスギを含む若齢針・広混交二次林内に、有用樹種の大径材生産を目的に数種の異なった天然更新保育作業を導入した。試験地内の天然林施業地と択伐後放置された対照地に設けられた、18箇所の永久プロット(0.1 ha)の調査を今後継続することにより、林分の生長過程と加えられた作業方法の適否について、地形との関わりのもとに検討することとした。設定時の作業導入前の調査から林分の更新状況について次のようなことが明らかになった。

1) 伐採直後に行われた天然生のスギ稚樹の刈り出しと大径広葉樹の巻枯しを主体とする天然更新補助作業の結果、調査林分はスギの割合の高い針・広混交二次林となった。

2) スギの DBH の度数分布は DBH<10 cm の度数の高い L 型の分布型を示した。特に斜面上部でスギの割合が高く、斜面上部の更新本数(5429本/ha)(DBH $\geq$ 4 cm)のうち約30%,材積(151.1 m³/ha)の約60%,斜面下部の更新本数(4449本/ha)のうち約20%,材積(111.9 m³/ha)の約40%を占めた。

3) 林分構成は上層にスギ,ミズメ,コシアブラ,ミズナラが広く分布し、斜面上部にクリ,斜面下部にウリハダカエデ,イタヤカエデ,ミズキ類が多くみられた。中層にはマルバマンサク,ノリウツギが広く分布し、斜面上部ではブナ,コハウチワカエデ,コミネカエデ,リョウブ,エゴノキ,タムシバ,ヤマウルシ,斜面下部ではシデ類,ウワミズザクラ,タラノキ,カナクギノキ,ハクウンボクが多く、下層は斜面の上下にかかわらずクロモジが多かった。

4) 広葉樹はミズメ,ミズナラ,コシアブラ,カエデ類,シデ類,サクラ類,ブナ,クリなどの高木性の有用樹種の割合が高く、斜面上部で本数割合の約25%,材積割合の約25%,斜面下部で本数の約40%,材積の約45%に達した。スギとこれらの有用広葉樹を対象に林分の組成,形状の向上と生長促進を目的とした天然更新保育作業を行うことは当面の有効な天然林施業と考えられた。

1. はじめに

温帯の天然生林は数多くの樹木によって構成され、その中にはスギ (*Cryptomeria japonica*), ヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) などの針葉樹の他に多くの有用な広葉樹が含まれている。これらの森林は伐採後様々な遷移過程を経て森林が再生されていくが、この二次林もスギなど単一の樹種にとらわれなければ多くの有用樹種を含んだ、将来的に期待できる混交林であるとみなしてよいであろう。芦生演習林においても伐採跡地¹⁾、林道開設後の法面²⁾の植生回復は著しく、その後の森林の再生過程の中で優占種となる高木性の有用樹の割合が高い。伐採が繰り返され、更新樹木の種構成が貧弱となった林分、地形が急峻で土壌条件が劣悪な林分、笹の繁茂が著しい林分は別として、択伐後の中、小径残存後継樹が多く有用樹の天然下種更新³⁾、萌芽更新あるいは当地のようにスギの伏条更新⁴⁾が期待できるところでは積極的に天然更新施業を取り入れ、更新後に保育作業を導入して森林の再生を促し、生産性の高い林分に導いてやる方が得策である。スギなどの造林に有利な樹木種に頼る植樹造林は森林の早期再生には最も適した方策であるが、限られた種を植栽した場合の気象災害、病虫害に対する不安、植栽地形の選択、昨今の材価低迷と今後の需要供給のバランスそして造林経費の高騰を考えると問題は山積している。近年広葉樹の見直しが叫ばれ広葉樹に関する諸研究も盛んになってきたが、広葉樹は一般に土壌と地形による生長の差が大きく一斉造林が困難なこと⁵⁾、また大径材では材価が曲がりや腐朽などの品質に大きく左右される⁶⁾ため、そういう意味において、大径材生産を目的に多くの樹木種を含んだ広葉樹林あるいは針・広混交林造成は極めて意義あることであるが、そのための造林技術はいまだ暗中摸索の段階である^{7,8,9)}。

本研究は、択伐直後の天然更新補助作業実行後約20年経過し天然生林として閉鎖した若齢二次林に、長伐期、大径材生産を目標に針・広混交林造成を目的にしたいくつかの異なった天然更新保育作業を導入した林分の永久プロット内において、更新樹木の生長過程を追跡調査し、放置林分と手入れ林分の構成種の動態およびその生長過程を正確に把握することと作業工程との関係から作業方法の適否について言及するものである。本報告では今回の天然更新保育作業導入前の林分の状態、即ち択伐直後の天然更新補助作業実行後約20年間放置された林分の更新状況について論ずる。

調査は芦生演習林造林班と研究室が中心となって行ったが多大の援助助言をいただいた演習林教職員各位ならびに本論文作成にあたり貴重な助言をいただいた京都大学農学部玉井重信博士に対しここに記して感謝の意を表する。

2. 調査を行った森林の概況と取り扱いの経過

本演習林は京都府の東北端部、福井、滋賀両県に接した由良川の上流域の標高 355-959 m に位置し、天然林はスギの混じる温帯落葉広葉樹林と暖帯落葉広葉樹林の推移帯^{10,11)}にあたり、表日本と裏日本に分布する樹木種が混生するため構成種は多様¹²⁾である。地形は一般に急峻であるが標高 700 m 以上の由良川最上流部は準平原状となり、尾根部から沢部への斜面長は短い。土壌は褐色森林土で覆われているところが多いが一部高標高の尾根部にはポドゾルがみられる¹³⁾。標高 359 m の事務所構内の年平均気温は 13.0°C、年降水量は 2495 mm、積雪深は 1-2 m^{14,15)}となり、標高 640 m の長治谷作業所では過去の観測結果から推察すると事務所のものより年平均気温は 2-3°C 低く、年降水量は 400 mm 程度多く、積雪深は 2-3 m となり12月から3月にかけて根雪にとざされる^{16,17)}。

調査地の設けられた16林班池ノ谷地区は標高 675-830 m の温帯落葉広葉樹林内に位置し、本来ブナ (*Fagus crenata*), ミズナラ (*Quercus mongolica* var. *grosseserrata*), ミズメ (*Betula grossa*) などの広葉樹に天然生のスギがかなり多い割合で混生する針・広混交林であったものと思われる。当地区を含む下谷流域の林地の取り扱い方と林相の変化について演習林の過去の記録を辿ってみよう。

昭和3年発行の演習林概要¹⁸⁾と昭和5年発行の芦生演習林施業案(昭和5年—14年)¹⁹⁾には演習林設定以前の当地域の森林の取り扱いについて「明治45年頃ヨリ大正15年ニ亘リテ当時「スギ」ノ比較的大ナル稚樹ノ存在シタル区域即現在ノ林班14, 16, 17等ニ亘リ約180 haノ地ニ対シ潤葉樹ノ巻枯シヲ行ヒ1 ha 当リ20人工位ヲ使用シタ」「此区域ノ「スギ」ハ巻枯シ後急激ナル生長ヲ為スニ至リシモ巻枯シノ方法ノ如何ニヨリテハ反ツテ林地ヲ裸出シ灌木荆棘ヲ生ズルノ結果ヲ来タシタル処モアル」とある。さらに演習林設定後は「先ツ「スギ」ノ生長ヲ促進スル為ニ妨害樹ヲ除去スル方法トシテハ大正13年度ニ於テハ比較的「スギ」ノ稚樹多キ区域ニ於テ之ガ生長ヲ妨害スル潤葉樹ノ大木ニ巻枯シヲ試ミタ、之ハ「スギ」ノ生長ヲ促進スル点カラ云ヘバ兎モ角、潤葉樹ヲ空シク腐朽ニ委スル極メテ愚ナル方法デアルケレドモ今日ノ本邦ノ林業ヲ考フル時ニ遺憾ナラ巻枯シハ尚未ダ全然之ヲ放擲スル能ハザル作業デアルカラ試験的ニ試ミタノデアリ従ツテナルベク価値少キ樹種又ハ樹形ノ劣レルモノノミヲ試験ニ供シタ、翌大正14年度ニ於テハ「スギ」ノ生長ヲ妨害スル潤葉樹ノ大木ノ枝ノミヲ除去シテ幹ハ残ス方法ヲ試ミタガ経費ノ点ニ於テハ著シク多額ヲ要スルガ「スギ」ニ対スル良好ナル影響ト潤葉樹材ノ損失無キ点トニ於テハ極メテ適当ナル方法デアル、更ニ翌大正15年度ニ於テハ「スギ」ノ稚樹ト競争シテ成長シ動モスレバ「スギ」ヲ圧迫セントスル潤葉樹ノ小木ヲ除伐スル方法ヲ試ミタ、之等諸方法ノ成績ノ比較ハ未ダ為シ得ル時代ニ達シテ居ラスケレドモ今後ノ施業上幾多ノ参考資料ヲ得タル事ヲ信ズル」とかなりきめの細かい天然林施業研究が行われ、大正13年には池ノ谷より上流域にあたる15, 16林班の 89.95 ha について、14年にはその下流部にあたる14, 15, 16林班の 183.83 ha と20林班で 7.64 ha, 15年には隣接する13, 17, 20, 21林班で 181.49 ha の天然更新補助および保育作業が行われ、下谷流域が特に対象地とされてきた。さらに14, 15, 16林班の下谷全域と20, 21林班の一部を含めた420.57 ha については他地域の「自然ニオケル「スギ」ノ盛衰ニ関スル調査」に対して「人工ヲ加ヘタル場合ノ「スギ」ノ盛衰ニ関スル調査」が行われ「天然下種ヲ促進スル方法ノ研究」「伏条苗ノ成立ヲ促進スル方法ノ研究」「生長ヲ促進スル方法ノ研究」「撫育ニ関スル諸研究」「天然更新ノ諸方法ニ関スル研究」「諸種ノ人工的原因ニヨリ成立及生長ヲ妨害シタル場合ノ諸研究」が行われてきた。

次に本研究の行われた池ノ谷地区に絞って試験的施業の概要を述べよう。大正13年の天然スギ撫育を目的にした天然林手入れにより池ノ谷地域を含む16林班 55.48 ha と15林班 34.45 ha あわせてザツ広葉樹 2337 m³ (26.0 m³/ha) の巻枯しが施行され、池ノ谷地区では大正15年にスギの少ない林分への補植というかたちで天然伏条苗の植栽 (0.15 ha), 昭和3年よりスギの天然下種更新試験として主として天然生のスギよりなる林分において地被物の除去とその後の調査 (0.1323 ha), 昭和4年よりスギ直播試験として地拵, 播種, 除草, 補播, 下刈そして調査 (0.28 ha), 昭和4年天然林の間伐による撫育試験とその後の生長量調査 (1.32 ha), 昭和17年には天然生スギの撫育 (0.753 ha) などの試験研究および造林保育作業が続けられた。また昭和5年の芦生演習林施業案の林相図からは、演習林設定以前からの天然分布とその後の手入れにより、当地が予想される以上にスギの多い地域であったらしく尾根部では蓄積量の高い針葉樹林(針90%広10%), 沢部では比較的蓄積量の低い潤葉樹林(針10%広90%)に色分けされている。戦後林道開設が進み昭和32年には事務所から池ノ谷口まで開通し、昭和33年に当地区 30 ha の伐採が行われた。伐採は官行

斫伐(直営造材)のかたちで行われ、当時未だ当地の森林で高い割合で存在する樹木種の中ではスギとクリ (*Castanea crenata*) しか評価をうけていない時代であったため、胸高直径 (DBH) 20 cm 以上のスギのみの択伐が行われ 6242.04 m³ (208.07 m³/ha) が生産された。この生産量は当地の天然スギの蓄積量から考える¹¹⁾とかなり大きな値であり、この地区で過去から続けられてきたスギ主体の天然林施業の効果がこのような結果を生み出したものと思われる。伐採後昭和34年には池ノ谷全域 (33.46 ha) に天然更新補助作業が導入され、その人工数は24.9人/ha と大きな労力を費やした。当時実際に作業を行った職員の話では、作業内容は残存スギの生育を促進するため稚樹の刈り出しを行い、市場性に乏しかった広葉樹の伐採、大径広葉樹の巻枯しが行われたようである。人工数から察してもかなり徹底した作業が行われたようで、林地は DBH 20 cm 以下のスギ後継稚樹を残し、広葉樹に関してはほぼ皆伐状に除伐したものと思われる。伐採に伴う集材土場、天然更新補助作業による疎開地に、昭和35年にスギ 3.0 ha、昭和36年にスギ、ヒノキ 3.0 ha の人工植栽が行われたが、これらは天然林施業の中での補植的な意味で行われたものであろう。その後当地域では林地の大部分を占める天然更新地については自然状態で林木の更新を待ち、小面積の植樹造林地は下刈、雪起し、除伐、枝打ちなどの造林保育作業が続けられてきた^{20,21,22)}。

3. 試験地設定条件および調査方法

本演でいままで行われてきた天然更新補助および保育作業はスギの生育を助長するために大径広葉樹の巻枯し、天然生スギ稚樹の生長を促進するための広葉樹の除伐が主流をなし、伐採後数年から二、三十年の若齢更新林分に対して広葉樹の保育を含めた天然林手入れが行われた記録はない。近年、広葉樹材の見直しと高標高地での植樹造林の困難さから、本演 6 林班標高 600-800 m の昭和47年度皆伐跡地に昭和52年度 3.20 ha、53年度 2.95 ha の天然更新保育作業の導入がはかられた。作業内容はスギ、クリ、ミズメ、ホオノキ (*Magnolia obovata*) の4種を更新樹種として残し、他種を除伐し、疎開地が生ずる場合は種にこだわらず残すという内容のものである。本林分では残存スギ稚樹と初期生長のよい3種の広葉樹の個体数が多かったためかなりの成果をあげ、昭和56、57年度に2回目の除伐作業にはいっているが、今後期待できる林分になるものと予想される²⁰⁾。

池ノ谷地区に昭和54年度より天然更新保育作業の導入がはかられた。まず昭和54年度計画区は当初林分構成種から判断してスギ、クリ、ミズメ、ホオノキ、トチノキ (*Aesculus turbinata*)、ミズナラの6種と前述の林分に比べて残存種を増やして施行したが、伐採後の経過年数が長いめか種が多様で、これらの樹種割合が低く、特に沢部に疎開地が生じた。このような結果を踏まえ、昭和55年度に本演における若齢二次林を対象にした天然更新保育作業法の検討とその功程を調べるために池ノ谷地区約 30 ha を試験地に設定し、昭和58年度までの4年間に異なった4種類の作業を行った。また各年度の施業区と手入れを行っていない対照地に永久プロットを設け、プロット内の樹木の生長を追跡調査することにより作業方法の違いによる構成樹種の動態と生育の違いについて、対照地と比較することにより的確に捉えることとした。更に作業功程を明らかにすることにより作業方法の適否についても今後の調査から明らかにされることと思われる。

作業内容の概略は全施業区でツル切り作業を基本とし、昭和55年度計画区は、54年度残存樹種にカエデ類 (*Acer* 属)、サクラ類 (*Prunus* 属) を追加し、残存種でも不良形質木は除伐し、伐採種でも林地に疎開地が生ずる場合は残すこととした。昭和56年度計画区は小径木は既に劣勢木であるとして、DBH < 6 cm の樹木の除伐はせず、DBH ≥ 6 cm の中・低木性樹種の除伐を主な作業とし、シデ類 (*Carpinus* 属)、コシアブラ (*Acanthopanax sciadophylloides*) などの高木性樹種は前出

の樹種に加えて残すこととした。またこの兩年の計画区では、残存大径広葉樹については更新母樹の役割を果たしたものとして巻枯した。昭和57年計画区は $DBH < 4\text{ cm}$ のスギ以外の小径木の除伐を行い、昭和58年度はこの作業に $DBH \geq 4\text{ cm}$ の中・低木性樹種の除去を行った。また兩年度共に、残存広葉樹大径木をかえって残すこととした。作業の実行は他の造林諸作業日程との調整の結果、晩秋となり、降雪のため次年度春先に行われたところもある。これらの作業は樹種の判別ができる熟練の作業員をもって可能であるが、作業工程との関係から内容は極力簡略化する必要がある。また特に当地のように樹種が豊富なところでは、伐採後の経過年数の違い、地形の違いによって作業内容も作業工程も大きく異なってくる。除伐対象木が多い場合と作業内容が複雑になると作業工程は低下し、実際、54年度からの5年間の作業工程は、40.5, 31.7, 10.8, 20.1, 21.9人/ha とかなり変動があった。

調査は昭和55年計画区から4年間、樹木の生長停止期にあたる晩秋に行った。調査地として各年度計画区と対照区に、0.1 ha の方形永久プロットを斜面上部と下部の地形を考慮して18箇所設けた。調査はまず斜面に向い斜面下部左隅を基点に四隅にプラスチックの杭を打ち、四等分してサブプロットとした。プロットとサブプロットで方位と傾斜を測定しプロット全体の標高もあわせて測った。プロット内の胸高（地上高 1.3 m）直径 4 cm 以上の全木について毎木調査を行った。同時にダイモテープと真鍮釘を用いて、測定木の斜面下部側、地際樹皮部に個体標識を行った。測定は DBH と各プロット、一樹種20本までの樹高（H）測定を行い、調査地の状況および樹種による形状の違いをよりの確に捉えるため、個々の測定木についてクマなどの動物害、雪などの気象害など、林地で気のつくことを記載した。尚、今回の報告では作業が導入される直前の林分状況について論議する。

4. 結果および考察

1) 調査区の概況

個々の調査地で得られた天然林保育作業導入前の林分の概況を表1に示した。プロットは標高 700-800 m の斜面上部と下部にそれぞれ9箇所設けられ、傾斜は 30° 以上の急傾斜地が多く、

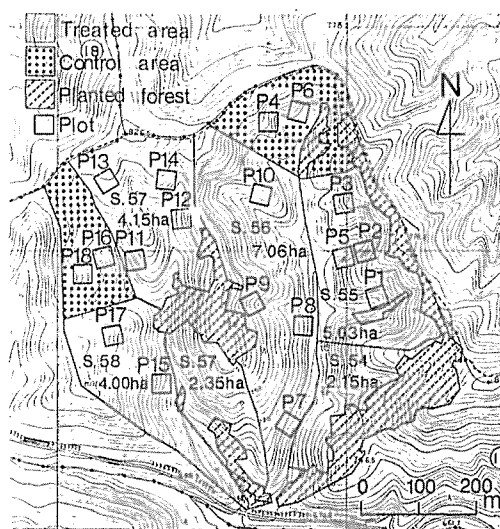


Fig. 1 Position of investigating plots

全立木本数は ha あたりの平均で、斜面上部の方が下部に比べて1000本ほど多い。スギは斜面上部に多いが、斜面の上下でスギ以外の樹種（一部ヒノキ、ウラジロガシ (*Q. salicina*) ソヨゴ (*Ilex pedunculosa*) などが含まれるがほとんど落葉広葉樹である）の本数の違いは少ない。スギの割合は個々のプロットでばらつきも大きい。斜面上部ではプロットによって疎植の造林地に匹敵する本数を有するところもみられ、平均すると全本数の30%前後も存在し、斜面下部ではやや減少し約20%となるが10%以下になることはない。また57, 58年度計画区の方が55, 56年度計画区に比べてやや割合が高い。平均胸高直径は、プロットで大きな違いはみられず、斜面上部、下部の違いも明らかでない。その結果胸高断面積

Table 1 Composition of investigating plots

Plot	Topographic type			Inclination (°)	Number of trees (DBH $\geq$ 4 cm)			Average of DBH (cm)	Basal area (m ² /ha)	Number of species (No./plot)	Investigated and treated year (T: Treatment C: Control)
	Altitude (m)	Direction (°)			Sugi (No./ha)	Other species (No./ha)	Total (No./ha)				
1	V	720	S 10 E	35	1180	3070	4250	7.7	28.6	36	T S. 55 (1980)
2	V	735	N 30 W	35	600	4070	4670	6.6	21.8	39	T S. 55 (1980)
3	R	745	S 80 W	40	1290	5950	7240	6.2	28.0	40	T S. 55 (1980)
4	R	760	S 80 W	5	920	5430	6350	6.5	27.1	37	T S. 55 (1980)
5	V	715	N 23 W	18	470	3380	3850	7.2	19.2	30	C S. 55 (1980)
6	R	750	S 30 E	38	1200	4610	5810	7.0	28.9	38	C S. 55 (1980)
7	V	700	S 30 E	31	670	3780	4450	7.3	22.0	33	T S. 56 (1981)
8	V	710	E	37	760	3150	3910	7.6	27.7	31	T S. 56 (1981)
9	R	755	S 70 E	36	2120	3070	5190	8.1	40.2	29	T S. 56 (1981)
10	R	740	S 50 E	32	1300	2930	4230	7.7	30.7	26	T S. 56 (1981)
11	V	755	S 70 W	31	1000	3770	4770	7.5	26.5	33	T S. 57 (1982)
12	V	765	S 80 W	33	1080	3240	4320	7.6	26.4	30	T S. 57 (1982)
13	R	795	S 40 E	10	1490	3830	5320	7.6	30.9	29	T S. 57 (1982)
14	R	790	S 50 E	33	1770	2720	4490	8.1	32.1	30	T S. 57 (1982)
15	V	730	N 75 E	35	1420	3320	4740	7.0	27.0	33	T S. 58 (1983)
16	V	765	N 80 E	34	1300	3780	5080	7.4	29.4	35	C S. 58 (1983)
17	R	780	N 80 E	30	1780	3640	5420	7.4	36.5	29	T S. 58 (1983)
18	R	790	N 80 E	15	1990	2820	4810	8.0	34.1	26	C S. 58 (1983)
Average					942	3507	4449	7.3	25.4	33	(55 species)
Valley					1540	3889	5429	7.4	32.1	32	(57 species)
Ridge											
Total					1241	3698	4939	7.4	28.7	32	(64 species)

(): Total species

合計は、本数の多い斜面上部で大きい。一般に天然林においても二次林においても、斜面上部は下部に比べ本数が多く平均胸高直径は小さくなる^{11,23)}が、本林分が伐採後、天然生のスギ伏条稚樹の刈り出しを主体とする天然林補助作業が行われたため、特に斜面上部に多く分布していたスギの生長が促進されこのような結果になったものと思われる。樹木種数 (DBH $\geq$ 4 cm) は各試験区で30種前後となり、プロット間、斜面の上下の差はみられず、全試験区で64種が確認された。

このような結果から、調査期間が4年にわたるが、スギの分布が55, 56年度に比べ57, 58年度計画区でやや多い傾向が認められるが、調査年の違いによる林分の生育段階の違いは明らかではなかった。以下の議論では、個々のプロット間の比較は避け、林分状況の違う斜面上部と下部のそれぞれ9点のプロットの総数を用いて、伐採後約20年を経過した林分の更新状況と個々の樹種の存在様式の違いについて、地形差との比較のもとに述べることにする。

2) 樹種構成

斜面上部と下部の本数、材積による樹種構成を表2に示した。材積計算は現在演習林で用いられている芦生演習林針・広葉樹材積表²⁴⁾を参考にした。

Table 2 Distributions of tree population in relation to topographic type (DBH ≥ 4 cm trees)

Topographic type Species	Ridge				Valley				Total			
	Number No./ha	%	Volume m ³ /ha	%	Number No./ha	%	Volume m ³ /ha	%	Number No./ha	%	Volume m ³ /ha	%
ゴウケイ Total	5429	100	151.1	100	4449	100	111.9	100	4939	100	131.5	100
スギ <i>Cryptomeria japonica</i> var. <i>radicans</i>	1540	28.4	95.2	63.0	942	21.2	47.3	42.3	1241	25.1	71.2	54.2
ミズメ <i>Betula grossa</i>	226	4.2	10.8	7.1	407	9.1	10.1	9.0	316	6.4	10.4	7.9
ミズナラ <i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i>	199	3.7	4.3	2.8	180	4.0	3.3	2.9	189	3.8	3.8	2.9
コシアブラ <i>Acanthopanax</i> <i>sciadophylloides</i>	137	2.5	2.8	1.8	138	3.1	4.7	4.2	137	2.8	3.7	2.8
ブナ <i>Fagus crenata</i>	77	1.4	1.9	1.3	49	1.1	6.3	5.7	63	1.3	4.1	3.1
クリ <i>Castanea crenata</i>	83	1.5	4.6	3.0	37	0.8	2.6	2.3	60	1.2	3.6	2.7
ホオノキ <i>Magnolia obovata</i>	43	0.8	1.0	0.7	49	1.1	1.4	1.3	46	0.9	1.2	0.9
サワグルミ <i>Pterocarya</i> <i>rhoifolia</i>	2	0.0	0.0	0.0	21	0.5	1.6	1.4	12	0.2	0.8	0.6
カエデゴウケイ <i>Acer</i> Total	364	6.7	4.3	2.8	480	10.8	9.6	8.6	422	8.5	7.0	5.3
ウリハダカエデ <i>A. rufrinerve</i>	43	0.8	0.9	0.6	157	3.5	3.6	3.2	100	2.0	2.3	1.7
コミネカエデ <i>A. micranthum</i>	142	2.6	0.9	0.6	79	1.8	0.8	0.7	111	2.2	0.9	0.7
イタヤカエデ <i>A. Mono</i> subsp. <i>marmoratum</i>	40	0.7	0.6	0.4	113	2.5	4.0	3.6	77	1.6	2.3	1.7
コハウチワカエデ <i>A. Sieboldianum</i>	108	2.0	1.5	1.0	62	1.4	0.6	0.5	85	1.7	1.1	0.8
シデゴウケイ <i>Carpinus</i> Total	54	1.0	1.8	1.2	142	3.2	4.2	3.8	98	2.0	3.0	2.3
クマシデ <i>C. japonica</i>	8	0.1	0.2	0.1	66	1.5	2.4	2.2	37	0.7	1.3	1.0
アカシデ <i>C. laxiflora</i>	37	0.7	1.3	0.9	28	0.6	0.6	0.5	32	0.7	1.0	0.8
サクラゴウケイ <i>Prunus</i> Total	87	1.6	1.4	1.0	122	2.7	1.7	1.5	104	2.1	1.6	1.2
ウワミズザクラ <i>P. Grayana</i>	84	1.6	1.4	0.9	106	2.4	1.6	1.5	95	1.9	1.5	1.2
ミズキゴウケイ <i>Cornus controversa</i> <i>C. macrophylla</i>	42	0.8	1.0	0.7	83	1.9	2.3	2.0	63	1.3	1.6	1.2
ソノタノコウボクセイジュシユ Other high tree	17	0.3	0.8	0.6	17	0.4	0.5	0.4	17	0.3	0.6	0.5
マルバマンサク <i>Hamamelis japonica</i> subsp. <i>obtusata</i>	380	7.0	2.3	1.5	317	7.1	2.0	1.8	348	7.1	2.1	1.6
リョウブ <i>Clethra barbinervis</i>	442	8.1	2.6	1.7	240	5.4	1.3	1.2	341	6.9	2.0	1.5
ノリウツギ <i>Hydrangea paniculata</i>	350	6.4	3.1	2.0	256	5.7	2.2	2.0	303	6.1	2.6	2.0
エゴノキ <i>Styrax japonica</i>	312	5.8	3.4	2.3	151	3.4	1.6	1.4	232	4.7	2.5	1.9
ハクウンボク <i>S. Obassia</i>	28	0.5	0.3	0.2	116	2.6	1.2	1.1	72	1.5	0.8	0.6
タムシバ <i>Magnolia salicifolia</i>	316	5.8	2.2	1.5	60	1.3	0.5	0.4	188	3.8	1.3	1.0
クロモジ <i>Lindera umbellata</i>	127	2.3	0.5	0.3	160	3.6	0.7	0.6	143	2.9	0.6	0.5
カナクギノキ <i>L. erythrocarpa</i>	14	0.3	0.2	0.1	81	1.8	1.4	1.3	48	1.0	0.8	0.6
ヤマウルシ <i>Rhus trichocarpa</i>	140	2.6	1.0	0.6	78	1.7	0.4	0.3	109	2.2	0.7	0.5
スルデ <i>R. javanica</i>	46	0.8	1.4	0.9	29	0.6	1.1	1.0	37	0.8	1.3	1.0
アオハダ <i>Ilex macropoda</i>	96	1.8	1.1	0.7	40	0.9	0.6	0.5	68	1.4	0.8	0.6
ソヨゴ <i>I. pedunculosa</i>	70	1.3	0.8	0.5	9	0.2	0.2	0.1	39	0.8	0.5	0.3
タラノキ <i>Aralia elata</i>	23	0.4	0.3	0.2	88	2.0	1.9	1.7	56	1.1	1.1	0.8
ナナカマド <i>Sorbus americana</i> subsp. <i>japonica</i>	70	1.3	0.9	0.6	41	0.9	0.5	0.4	56	1.1	0.7	0.5
ソノタノテイボクセイジュシユ Other low tree	144	2.7	1.3	0.9	118	2.6	0.7	0.7	131	2.7	1.0	0.8

斜面上部では当地の天然林において高木になりうる樹木種としてスギが圧倒的に多く、特に材積割合が高い。広葉樹の中ではミズメ、ミズナラ、コシアブラ、カエデ類が多く、材積割合を考慮するとカエデ類は小径のものが多く、ミズメは生長が良く、クリは本数は少ないが材積割合はやや高くなった。中・低木性樹種ではマルバマンサク (*Hamamelis japonica* subsp. *obtusata*), リョウブ (*Clethra barbinervis*), ノリウツギ (*Hydrangea paniculata*), エゴノキ (*Styrax japonica*), タムシバ (*M. salicifolia*), クロモジ (*Lindera umbellata*), ヤマウルシ (*Rhus trichocarpa*) などの本数が多いが、材積割合から比較的ノリウツギ、エゴノキが生長が良いようである。

斜面下部でも上部とほぼ同様な樹種が優占している。しかしスギの割合はやや減少し、広葉樹が増加した。高木性の広葉樹の中ではミズナラとコシアブラの割合はあまり変わらないが、ミズメとカエデ類の割合が増え、シデ類、サクラ類、ミズキ類 (*Cornus* 属) も多くなるが、クリはやや減少した。斜面上部に比べブナが材積で大きな値を示しているのは調査区内に残存大径木が存在したためである。中・低木性樹種では斜面上部に比べ、ハクウンボク (*S. Obassia*), タラノキ (*Aralia elata*) の割合が増し、リョウブ、エゴノキ、タムシバ、ヤマウルシなどが減少した。

カエデ類の中では斜面上部にコミネカエデ (*A. micranthum*), コハウチワカエデ (*A. Sieboldianum*) が多く、斜面下部でウリハダカエデ (*A. rufinerve*), イタヤカエデ (*A. Mono* subsp. *marumaratum*) が多く、この二つの樹種は本数に比べ材積割合が高い。シデ類は斜面上部でアカシデ (*C. laxiflora*) が多く、下部でクマシデ (*C. japonica*) が多い傾向がみられるが、当地の天然生林に比較的多く存在するイヌシデ (*C. Tschonoskii*) の個体数は少なく、シデ類は全体的に予想されるほど多くない。比較的出现率の低い樹種ではアオハダ (*I. macropoda*), ソヨゴ、ナナカマド (*Sorbus americana* subsp. *japonica*) が斜面上部に、斜面下部にはサワグルミ (*Pterocarya rhoifolia*) が局部的に現われ、カナクギノキ (*L. erythrocarpa*) が増える傾向が同えた。

3) DBH の度数分布

斜面上部と下部のそれぞれ9箇所の調査区で得られた総計を用いて、比較的多く出現した樹種のDBHの2cm括約による度数分布を、図2および図3に示した。種ごとの分布型はグラフからL型、L型の小径部の本数が減少した次の分布型への移行型、さらに度数分布の中央に本数の最大が現れる正規型に近い分布型が認められたが、これらの違いは種のもつ生活型の違い、林分構成樹種の違い、遷移方向などによってその生長過程が異なると思われるので、遷移の途中段階でDBHの分布を論ずることは難しい。ここで便宜上、この地域の天然林の林分階層構造にてらし、高木性樹種と中・低木性樹種に分け、スギ以外の樹種の更新開始期を約20年前の昭和34年の天然林手入れ時と仮定して考察を試みた。

総数の度数分布から、斜面上部、下部ともにDBH<10cmの小径木の本数が特に多く、DBH10-40cmでは本数が減少しながらも連続して、それ以上の大径木は不連続になるL型の度数分布を示し、斜面上部は特に小径木の割合が高かった。樹種構成の中で大きな割合を占めるスギは同様にL型の分布型を示し、小径木の本数はやはり多いが、総数との比較から、小径木ではスギ以外の主に落葉性の広葉樹の割合が高い。スギはDBH10-40cmにおいては本数が減少しながらも連続的に分布し総数に占める割合が高いが、DBH $\geq$ 40cmでは少なくなり、本試験地は過去の巻枯し施業にもかかわらず枯死を逃れた大径の広葉樹が点在した。(図2)

高木性広葉樹の中で、ミズメの度数分布は、小径木、中径木ともに斜面下部で本数が多く、大径の更新母樹もみられた。カエデ類は、ミズメと似た分布傾向がみられるが、小径木の中でも径級の低いものの本数が多い。カエデの中では斜面下部に多いウリハダカエデ、イタヤカエデは生長が良くDBHが10cmを超えるものも多いが、斜面上部に比較的多いコミネカエデ、コハウチワカエデは小径のものが多く、ミズナラ、コシアブラ、ミズキ類はDBHが10cm以上にな

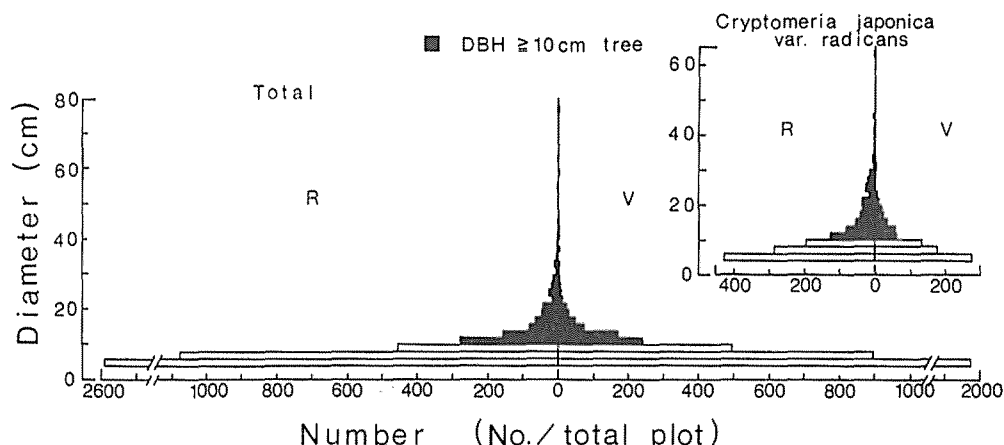


Fig. 2 Diameter distribution of total tree and Sugi (*Cryptomeria japonica*) in relation to topographic type
R: Ridge V: Valley

るものも多く、比較的ミズナラは斜面上部、コシアブラ、ミズキ類は下部で生長が良いようである。ブナは当地の天然林の高木層を構成する広葉樹の中で最も多く含まれる樹種であるが調査地内には更新母樹になりうる大径木が存在するにもかかわらず更新本数が少なく、斜面上部に、それも小径木が多い。ウワミズザクラは、これらの樹種に比べると生長速度は中程度と思われ、中・小径木に分散し、やや斜面下部に多い傾向がみられた。上記の樹種は、DBH $\geq$ 4 cm の測定範囲では、程度の差はあってもL型の小径稚樹の多い径級度数分布を示した。これらの種は更新環境の許容範囲が広い、比較的稚樹の耐陰性に優れる、更新後の生長速度が遅いあるいは更新木の生長速度に個体差が大きい、そして更新個体数が多いなどといった生長諸要因のいくつかをかねそなえた樹種といえよう。L型分布から発展し、小径部の本数割合が減少した移行型、あるいは正規分布に近い分布型を示す樹種は出現個体数が少ないため、その分布傾向を明らかにするのは難しい。シデ類は斜面上部、下部ともに小径部の本数が減少し、クマシデの斜面下部、アカシデの斜面上部、下部、ホオノキの斜面上部、下部にこの傾向がみられ、斜面上部のクリ、斜面下部のサワグルミでは DBH 10cm 以上の DBH 分布範囲の中央部に本数の最大をもつ正規型に近い分布傾向になった。これらの種は比較的更新段階の初期に侵入、定着するとともにクリ、サワグルミのように初期生長が優れるものが多いが、林分閉鎖後の更新と稚樹の生存が比較的困難な樹種と思われる。

中・低木性樹種はその性質上本測定範囲の最小径級にあたる DBH 4-6 cm の本数が特に多く、度数分布はL型を示すものが多い。斜面上部にはリョウブ、エゴノキ、タムシバ、ヤマウルシ、アオハダ、ソヨゴ、ナナカマド、斜面下部にはハクウンボク、カナクギノキが多く分布し比較的生長が良く、マルバマンサク、ノリウツギ、クロモジは斜面上下に関係なく現れた。この中でクロモジは特に径級の低い部分に集中するが、その他の樹種は DBH 10 cm 以上の中径木も現れ始めている。またこれらの樹種の多くが分布量の多少はあれ斜面の上下に分布するのに対し、ソヨゴは斜面下部で、カナクギノキは上部で本数が減少し、不規則な分布型となり、出現本数が本来少ないこともあるが、地形を含めた生育環境の適応範囲が比較的狭い樹種と思われる。タラノキとヌルデ (*R. javanica*) はL型から小径部の本数が減少する移行型の分布傾向を示し、タラノキは斜面下部に、ヌルデは上部に多い。この両種とも出現本数に対して DBH 10 cm 以上の本数が

多く、初期生長は優れるが閉鎖林分下での更新および生育は困難で、実際、当試験地内ではスルデ、タラノキは立枯れが生じ始め、被圧下の下層木クロモジにも個体数の減少が始まっている。

4) D-H 関係

個々の種の胸高直径(D)と樹高(H)との関係を両対数グラフ上に示した。(図4) 一般にD-H関係は $1/H = A/D^h + B$ という逆数式で近似され、ここでA、Bは定数、hは相対生長係数²⁵⁾である。hの値は樹種で異なり陽樹の場合1よりかなり大きくなるが、陰樹の場合多くの森林では1とされる²⁶⁾。玉井²⁷⁾は芦生の天然林のD-H関係について、天然林内のスギのように混交林で中、下層にも同一種の個体が存在している場合は傾向を異にしスギなどの針葉樹では中層以下において伸長生長が鈍り傘型の樹型となりhが1より大きくなるとスギについては $h=1.3$ 、広葉樹は $h=1$ でD-H関係を推定している。その後、小見山²⁸⁾は数種の芦生天然生林構成樹種について $h=1$ でD-H関係を推定し、個々の種の定数A、Bの比較を行っている。本調査結果そしていまだ当地の天然生林で得られた調査結果から、試験地内に比較的多く存在する樹種について、天然林と二次林のD-H関係を検討した結果、小川²⁶⁾、玉井²⁷⁾が指摘しているように陽樹あるいは同一種が広い直径階範囲に存在している場合は $h=1$ としてD-H関係を推定するのは難しく、かといって比較のパラメータを増やすことは考察を複雑にする。今後天然生林構成樹種のD-H関係を比較するため、林業上更新木の調査基準になる²⁹⁾ $DBH \geq 4 \text{ cm}$ とし、また $h=1$ としD-H関係を推定した。その結果、中・低木性樹種については測定範囲が狭くなり、D-H関係を推定するのが難しく、低木では地上 1.3 m という胸高部での直径から樹高を推定するのは誤差が大きいと思われるが、本試験が本来大径材生産を目的にしていることを考慮し、便宜上天然生林から得られたD-H曲線を参考に同様に $DBH \geq 4 \text{ cm}$ の樹木を対象にD-H曲線を描いた。高木性樹種の中で斜面上下ともに出現頻度の高いスギは、斜面上部と下部に分けてD-H曲線を求めたが、その他の樹種については生育適応環境幅が比較的限定されているものとして、斜面上下で得られたデータをあわせてD-H曲線を求めた。

スギは最も測定範囲が広く、広葉樹に比べDBHが小さい部分で樹高生長が悪いがD-H曲線のたちあがり急である。DBHが大きくなるにしたがい樹高生長の頭打ちがみられるが、斜面上部では下部に比べ早くからこの傾向が現れる。高木性の広葉樹の中ではミズメのD-H曲線のたちあがり最も急で、ウリハダカエデ、イタヤカエデ、コシアブラ、ミズキ類、クリ、ホオノキも同様の傾向がみられるが、ミズナラ、シデ類の曲線のたちあがり比較的緩やかとなる。DBHの度数分布で10 cm以上のものがほとんどみられなかったコミネカエデ、コハウチワカエデのD-H曲線のたちあがり緩やかであるが、ブナはD-H曲線のたちあがり急で小径木でも比較的樹高は高い。

中、低木性樹種はその性質上高木性樹種に比べD-H曲線の頭打ちが現れているものが多い。その中でカナクギノキ、スルデは比較的曲線のたちあがり急であるが、ノリウツギ、既に低木として定着しているクロモジのD-H曲線はDBHの小さい部分ですでに頭打ちの傾向がみられる。

本調査地の林分構造は、過去にスギを主体にした広葉樹の巻枯し施業が行われた結果、最上層には残存したブナ、ミズメ、カエデなどの大径の落葉性広葉樹と生長の良いスギが点在し、上層にはスギと一部陽性の高木性樹種であるミズメ、コシアブラ、肥大生長の良いミズナラ、本数は少ないがホオノキ、斜面上部ではクリ、斜面下部ではウリハダカエデ、イタヤカエデ、ミズキ類が多くみられ、サワグルミが点在する林相を呈していた。中層にはマルバマンサク、ノリウツギが広く存在し、斜面上部にはブナ、コハウチワカエデなど当地の天然生林の高木層において比較的出現頻度の高い陰性の樹種と、コミネカエデ、ウワミズザクラ、リョウブ、エゴノキ、タムシ

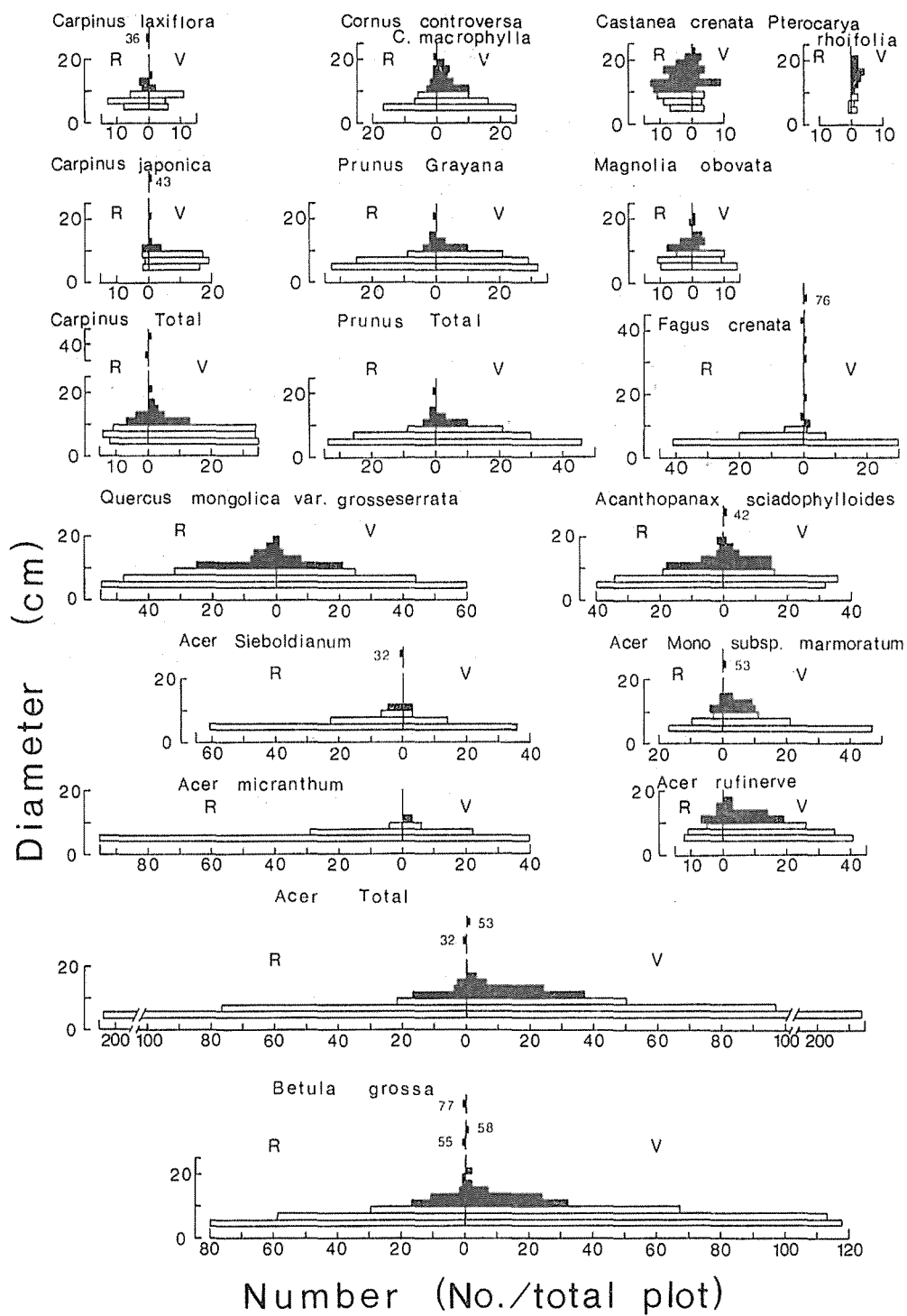


Fig. 3-1

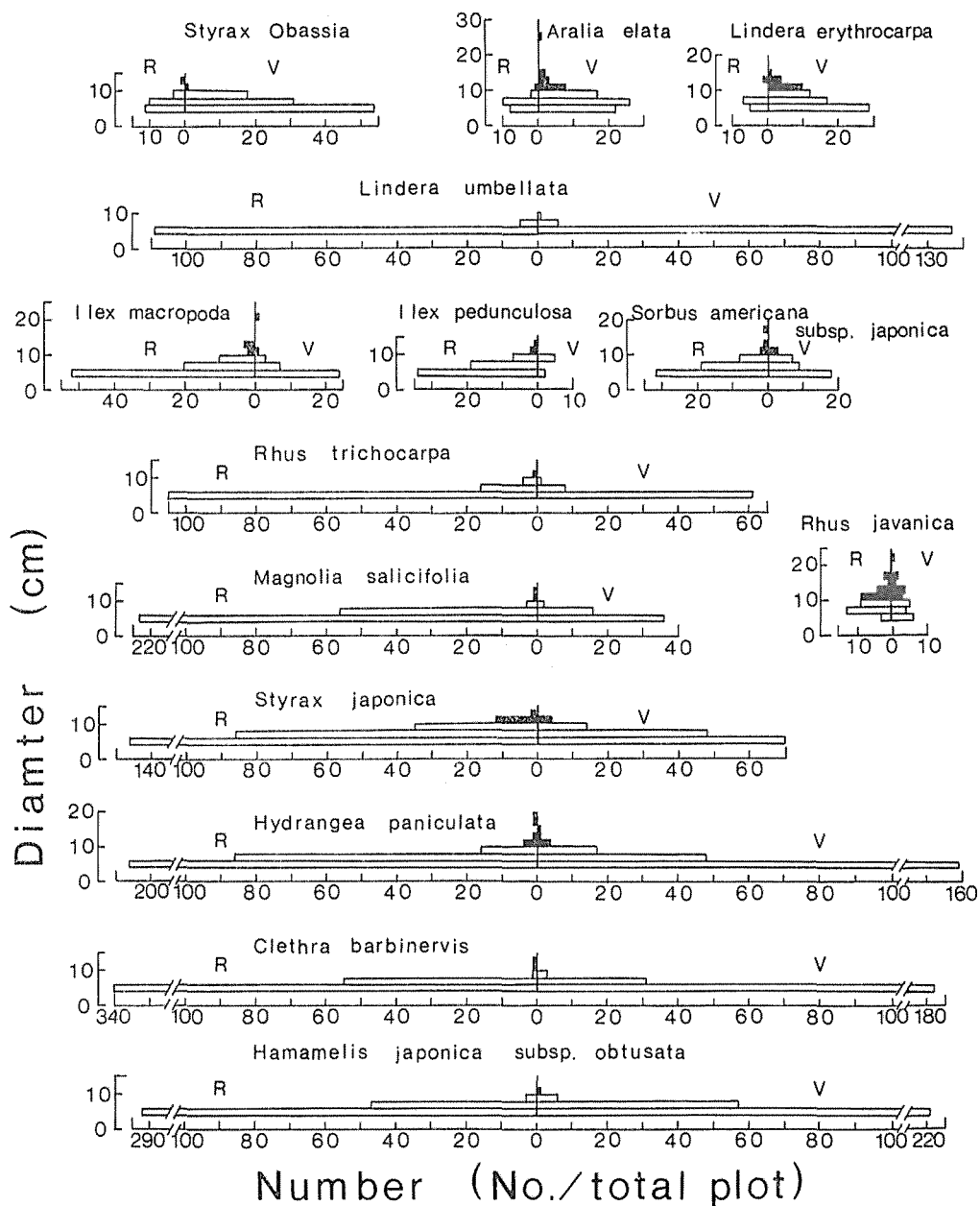


Fig. 3-2

Fig. 3 Diameter distribution of each tree species in relation to topographic type
 R: Ridge V: Valley

バ、ヤマウルシ、アオハダ、ソヨゴ、ナナカマドが多くみられ、斜面下部ではシデ類、タラノキ、カナクギノキ、ハクウンボクが多く、さらに下層にはクロモジが広く存在した。また特に陽性樹種と思われる中層のタラノキ、ヌルデは枯死するものも多く、下層のクロモジにも個体数の減少がみられた。

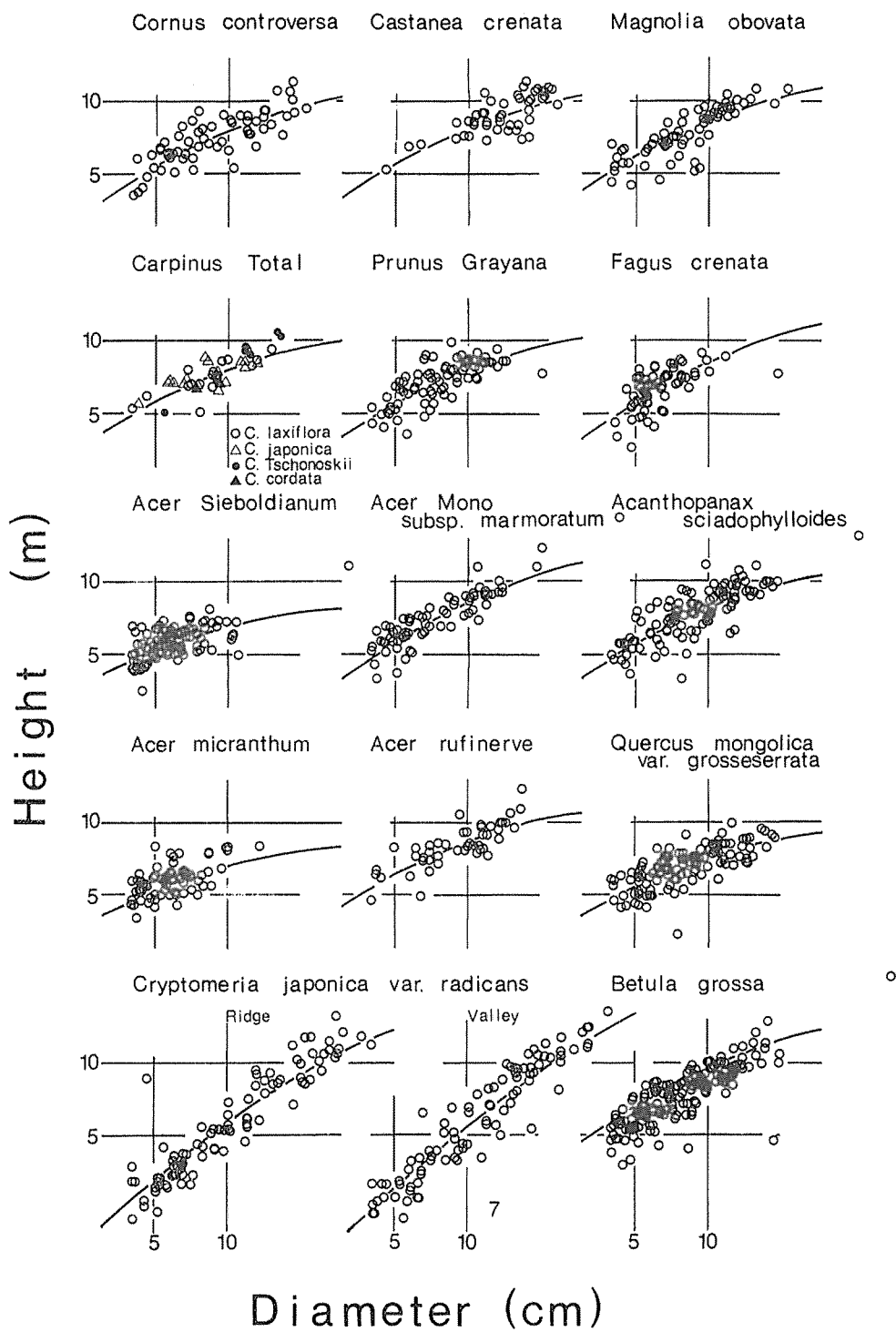


Fig. 4-1

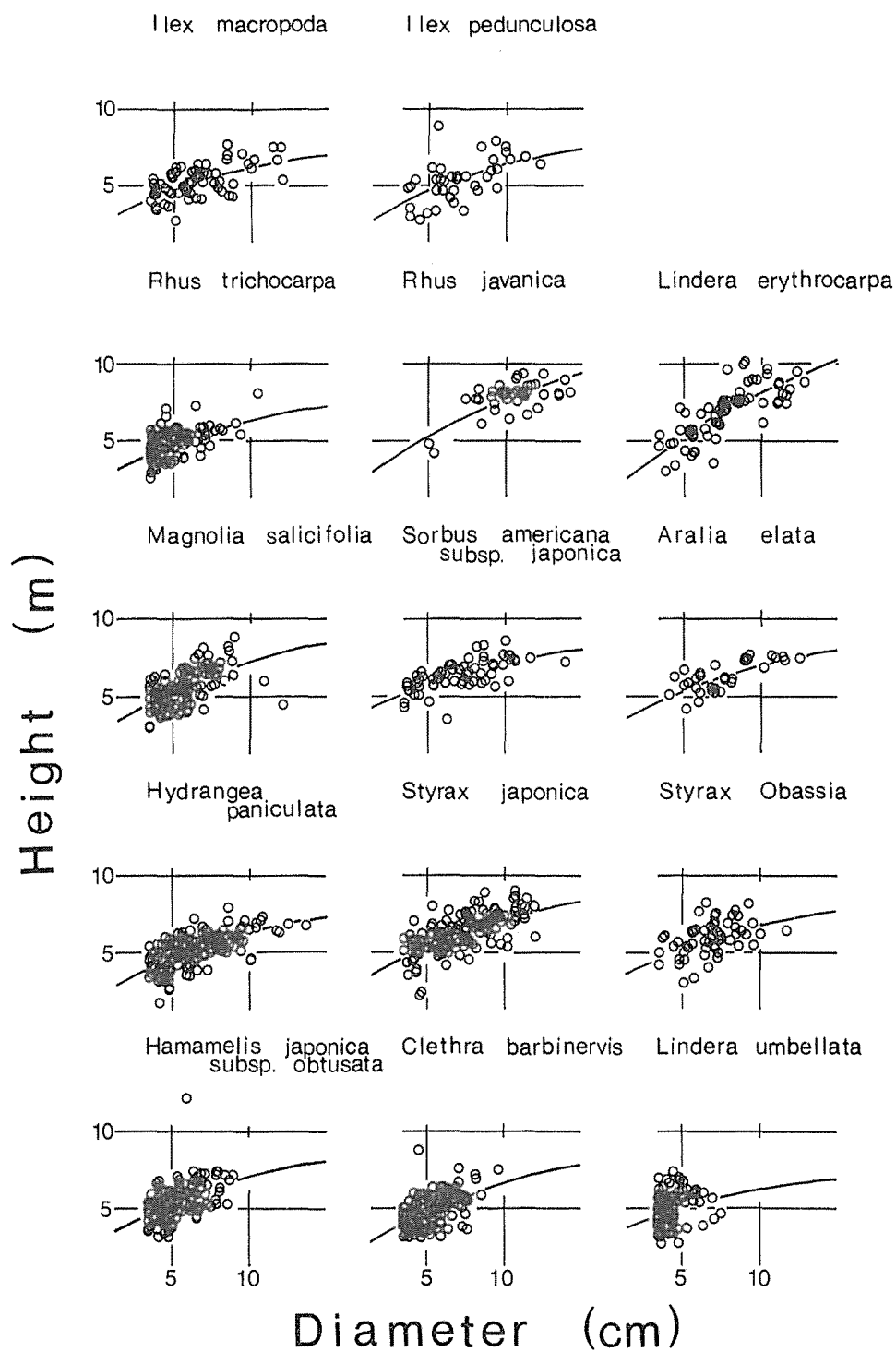


Fig. 4-2

Fig. 4 D-H relation of each tree species

5) まとめ

芦生演習林の天然更新補助および保育作業は、スギを含めた有用樹種の生長を促し、かつ良質材生産を目的に施業を行うとともに、林地保全を目標としている。池ノ谷地区では伐採直後のスギを主体とした天然更新補助作業の導入によって、前述のようなスギと有用広葉樹を含む針・広混交二次林が再生されたが、当林分の蓄積量は、特に植樹造林が困難である斜面上部において、スギの蓄積が平均 $95.2 \text{ m}^3/\text{ha}$ という値となり、これは京都府のスギ人工林収穫予想表³⁰⁾の林齢20年の林分にあてはめれば地位の下限にあたり、高木性樹種も含めた約 $130 \text{ m}^3/\text{ha}$ は地位5に匹敵した。植樹造林が当地の高標高地の斜面上部で特に保育が難しく³¹⁾、植栽後10年以上にわたり、林木の保育のために林地に多額の資本を投下するのに対し、天然更新による天然林施業は林木の形状、生長が劣っても必要経費が少なく森林が再生されるとしたならば、当地の高標高地の斜面上部に施す更新方法として充分期待できる施業法と考えられ、その後の手入れ如何によってはさらに良質な林分に導くことも可能と思われた。

しかし、このような森林の取り扱いが個々の種のもつ生理生態学的な生長特性を十分に理解しなければならないためなかなか難しく、スギを含んだ若齢針・広混交林の天然林保育作業については、いまだ有効な手法がみいだされていない。広葉樹は一部の樹種を除き、大径材になることによってはじめて用材としての利用が可能となり、市場性を増すが、全般的に生長が遅く伐期が長くなること、また近年蓄積量の減少とともにその価値が見直されてきたが、研究の歴史が浅く、種による更新方法の違いや更新と生育地が必ずしも一致しないなど立地環境が複雑であり、さらに伸長、肥大生長で解決できない樹形と利用材の歩止まりなど、究明されなければならないことが多く、その造成には数々の問題点を抱えている。さらにこのようなことが解決されても、その作業方法を実際の林分に導入するためには豊富な経験をもつ、一部の熟練作業員にたよらざるをえない現状も見逃せない。調査結果から DBH の度数分布にみられたように林分の生長を促すために全体本数の密度管理をする必要があるが、残存樹種の形質向上と生長促進のために除伐の対象を小径木にするか中径木にするかの検討が必要である。また高木性樹種の DBH の度数分布は天然林においては特に耐陰性の高い針葉樹などの樹種では明らかな L 型を示し、一部クリなどの陽性樹種では小径木がほとんどみられず、多くの樹種が小径木に本数割合の高い直径階の分散幅の広い度数分布を示すものと思われるが、遷移の途中段階では L 型を示したものが多く、これらの分布型が今後どのような動きを示すのか、さらにこのような林分の天然更新補助および保育作業の作業方法としては、このような分布型を示す樹種の取り扱いが特に問題となる。本演では池ノ谷地区の施業法として、基本的にはスギを含む有用な高木性樹種の割合を増加し、生長の促進を計ること、林地保全そして材の形質を考慮して、成立本数をどの程度にするのが適正であるか、異なった四つの作業を導入して検討を始めた。現段階では多くの高木性樹種を残し、林分の生産性をあげる必要があろうが、今後樹木の生長過程と需要、伐期を考えて施業の目的と方向を定める必要があろう。

いままでの林業は生産性の高い、市場性のある樹種にとらわれ、ひとつの林分に単一の樹種を造林する方法がとられてきた。この方法は林分の管理、収穫期の判定、それまでの造林保育作業を円滑に行う上で便利であるが、ややもすると樹木の生長が期待できない地形、気象、土壌条件の林地にまでおしつける傾向がみられた。このような結果、生育環境の悪い林地においては不成績造林地、崩壊地が生じるなど林地保全上そして林地への投下資本に対して収益の上がらない、トータルな意味での生産性の悪い林分を生み出す傾向もみられた³²⁾。また近年の木材市況の低迷と今後おくと予想される木材資源の余剰、さらに林分生長速度の低下は、スギ、ヒノキについても長伐期施業への転換を余儀なきものになっている。前報¹⁾でも述べたが、天然林施業は広大な

施業面積と豊富な有用樹木種の存在を不可欠とし、長い回帰年の間、森林は木材生産以外の機能をも果さなければならない。天然更新補助および保育作業は天然林施業の中で森林を生産性の高い、健全な林分に速く近づける方法といえ、適切な作業の導入は次代の木材需要と森林環境保全の意味からも大きな成果を上げるものと期待している。今後試験地での継続調査によりこのような若齢林の天然更新補助および保育作業のあり方についていくつかの具体的な方策がみいだせれば幸いである。

引用文献

- 1) 山田勇・吉村健次郎・四手井綱英：伐採跡地の植生遷移。日林講。77：519～521，1966
- 2) 小橋澄治・島津義史・吉田博宣・酒井徹朗・佐々木功：林道切取のり面の安定性と自然植生の回復について——芦生演習林を例として——。京大演報。51：164～174，1979
- 3) 柴田信男：スギ天然下種試験 第一報 杉稚樹の消失現象に就て。日林誌。14(8)：610～624，1932
- 4) 中江篤記：芦生演習林の天然生スギ林内における伏条稚樹の調査について。日林関西支講。4：7～9，1954
- 5) 大角泰夫：広葉樹林育成の必要性と好適立地判定にあたっての問題点。林業技術。465：2～6，1980
- 6) 菅原聰：名古屋市場における広葉樹用材の価格について。信大演報。21：113～128，1984
- 7) 戸田清佐・山口清・中谷和司・肥垣津登：有用広葉樹林の育成技術に関する研究(1)。岐阜県寒冷地林試研報。5：1～31，1982
- 8) 相場芳憲：低広二次林を有用樹林に誘導するための一指針。林業技術。515：7～11，1985
- 9) 桜井尚武：温帯林の有用広葉樹。林業技術。505：18～20，1984
- 10) 「天然林の生態」研究グループ：京都大学芦生演習林における天然生林の植生について。京大演報。43：33～52，1972
- 11) 安藤信・川那辺三郎：冷温帯下部天然生林の更新技術Ⅱ——天然生林の林分構造および落葉の標高、地形の違いによる変化——。京大演報。56：67～80，1984
- 12) 岡本省吾：芦生演習林樹木誌。京大演報。13：1～112，1941
- 13) 四手井綱英・堤利夫・木村隆臣：京都大学芦生演習林の土壤調査報告(第1報)。京大演報。27：1～19，1958
- 14) 京都大学農学部附属演習林：演習林気象報告。9：27～39，1981
- 15) 京都大学農学部附属演習林：演習林概要。3～5，1985
- 16) 安藤信・川那辺三郎ほか：冷温帯下部天然生林の更新技術Ⅰ——天然生アシウスギを母樹にしたじかざし試験——。京大集報。16：81～93，1983
- 17) 京都大学農学部附属演習林：演習林気象報告。5：25～44，1962
- 18) 京都大学農学部附属演習林：演習林概要。53～86，1928
- 19) 京都大学農学部附属演習林：芦生演習林施業案 昭和5年～14年。1～190，1930
- 20) 京都大学芦生演習林：造林台帳 大正13年～昭和59年。1924～1984
- 21) 京都大学芦生演習林：伐採台帳 大正10年～昭和59年。1921～1984
- 22) 京都大学芦生演習林：林道台帳 大正15年～昭和59年。1926～1984
- 23) 京都市経済局：八丁平環境調査報告書。166～203，1985
- 24) 和田茂彦・川村誠：芦生演習林の林況について。未発表
- 25) Ogawa H., K. Yoda, K. Ogino and T. Kira: Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand II. Plant biomass. Nature and Life in SE Asia. 4: 49～80, 1965
- 26) 小川房人：樹高・胸高直径関係による林分区分の試み。JIBP-PT-F. 43: 3～17, 1969
- 27) 玉井重信・岡部宏秋：京都大学芦生演習林の天然林における樹木の動態に関する研究(1) 試験区設定時の林況。京大演報。51：46～57，1979
- 28) 小見山章：森林構造とD-H関係。日林論。88：249～250，1977
- 29) 林野庁：国有林野経営規程の運用について。林野小六法。617～626，1984
- 30) 京都府農林部林務課：スギ人工林収穫予想表及び材積表(解説)。1～97，1983
- 31) 安藤信・川那辺三郎・登尾久嗣：芦生演習林人工林調査Ⅰ——スギ人工林における調査地設定時の林況——。京大演報。57：93～111，1986
- 32) 田端英雄：植物における種内関係(1)。北方林業。25(12)：333～335，1973

Resúme

The study plots were set at secondary stands on the lower limit of cool temperate forest zone in Kyoto University Forest of Ashiu to investigate the process of regeneration and to examine the silvicultural treatment. The natural forest around this area contains many deciduous broad-leaved species and Sugi (*Cryptomeria japonica*) and these study stands have been cut by selection method about 20 years ago. Cleaning, girdling and liberation cutting have taken place for the purpose to releasing advance growth of Sugi from broad-leaved species immediately after cutting and after that these stands have developed without treatment. The following results were obtained at the setting of plots.

1) These secondary stands are mixed forest of Sugi mainly and many broad-leaved tree species.

2) The frequency distribution of DBH class of Sugi shows L type and the frequency below 10 cm DBH class is rather high. Tree number and total volume of Sugi are larger on ridge than that on valley. The mixture rate of Sugi is about 30% on ridge and about 20% on valley in number, and about 60% on ridge and about 40% on valley in volume respectively. (DBH $\geq$ 4 cm)

3) Many useful tree species are found within deciduous broad-leaved trees. Light demanding species, such as *Betula*, *Acer*, *Quercus* and *Castanea* are in upper story and shade bearing species, such as *Fagus* and some *Acer* species in middle story. These useful species are dominant in these stands.

It seems that improvement cutting is needed as a silvicultural prescription in a few years to release Sugi and these useful broad-leaved species and improve the composition, form and growth of the residual stands.