

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——

安藤 信・川那辺三郎・登尾 久嗣

Studies on the growth of planted stands in Kyoto University
Forest in Ashiu I

——Stand condition at the setting of study area in planted
Sugi (*Cryptomeria japonica*) forest——

Makoto ANDO, Saburo KAWANABE and Hisatsugu NOBORIO

要 旨

京都大学芦生演習林のスギ人工造林地内に、標高と地形を考慮した49点の永久プロットを設け、スギ造林木に関する調査を継続して行うことにした。設定時の調査から次のようなことが明らかになった。

1) スギ人工林の DBH 度数分布は林分の生長段階によって変化し、生育初期のL型分布から、徐々に直径階の低い部分の度数が減少し、正規分布に近い分布型になった。さらに林齢が進むと漸次左偏し、ピークは下降し直径階の分散幅の広い正規分布型となった。林分生長の良い沢部ではこのような移行が、斜面および斜面上部より速く進むものと予想された。

2) D-H 曲線は各林分で経時的に変動するもので、DBH 10-30 cm の林分のたちあがり急で DBH 30 cm 以上の林分では、両対数グラフ上を約 45° の角度で平行移動する傾向がみられた。形状比 (H/D) との比較から沢部と斜面では斜面さらに斜面上部の方が、また標高が高くなるにつれて相対的に樹高生長の低下が認められ、ウラゴケとなる。

3) 京都府におけるスギ人工林収獲予想表の地位判定から、標高 650 m 前後までの傾斜の緩い沢部では、地位 2 以上の林分が充分期待できるが、斜面では標高 500 m までは地位が中程度、斜面上部では生長の低下が著しい。

4) 本演のスギ造林地には間伐を必要とする林分が多く認められ、林木の形状比を考慮すると林齢25年前後の林分については早急に手入れが必要である。

5) クマによるスギ樹皮の剥害は拡大造林期の大面積造林地の小径木にまで広がりつつある。今後具体的な防除法の検討が必要である。

6) 高標高地のスギの生長についての詳細な結果は得られなかった。斜面の上部に上がるに従い、また標高も上昇するにつれ生育が低下することは明らかであるが、今後の継続調査により、より正確なことが明らかになるであろう。

1. は じ め に

近年、戦後の拡大造林期に植栽された人工林に対する除間伐の不実行などの手入れ不足、あるいは不成績造林地の出現、そしてそれに拍車をかける現在の木材の経済的な事情の悪化と将来の木材の需要供給のバランスに対する不安から、既設造林地の今後の保育作業のあり方、新植造林地の将来計画のあり方に対する再検討の必要性が叫ばれている¹⁾。

大学演習林においてもそれぞれ地域、規模の違いにより事情は多少異なると思われるが、戦前期のきめの細かい造林事業から戦中戦後の混乱期を経て、高度経済成長期の拡大造林、そして現在拡大造林期に造成された人工林の保育作業に追われ、小面積造林時代へと移行しつつある。拡大造林期の造林地は施業単位が大きいばかりでなく地形への配慮を欠き高標高地にまで植栽されたため、林木の生長の予測や人工林としての評価が困難となり、今後人工林施業をすすめるうえで基礎的な森林データの集積が必要である。

このような事情から当芦生演習林においても昭和56年度よりスギ (*Cryptomeria japonica*), ヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) をはじめ、その他の針・広各樹種について植栽年度別に連年多数の永久プロットを設け、地形、標高の違いによる人工造林樹種の生長差を正確に知るための調査を始めた。これらの永久プロットは今後5年おきに定期的な調査を行うものとした。今回はまず昭和56, 57年度に実施したスギ人工林調査による永久プロット設定時の各林分の状態について報告する。調査結果はスギ人工林の生育過程を正確に知り、適切な保育作業を計画し、芦生における人工林施業のすすめ方の指針となること、芦生の森林施業の大きな部分を占める天然林施業と人工林施業の関係を明確にし長期計画立案をするための基礎資料としたい。また、今後調査を継続することにより、拡大造林期の人工林施業のあり方についていくらかの提言ができれば幸いと思う。

調査は芦生演習林造林班と研究室が主体となって行ったが、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資料の提供と助言をいただいた京都大学演習林和田茂彦教授、農学部林学科玉井重信博士、京都府治山課松谷茂技師に対しここに記して感謝の意を表する。

2. 芦生演習林における人工林施業の歴史^{2)~12)}

芦生演習林は大正10年京都府北桑田郡旧知井村南外8ヶ字の共有林に99年間の地上権設定が行われ、その後一部購入された附帯地を含め約4200 haを有する。現在地上権設定後65年が過ぎようとしているが、その間様々なかたちの造林事業が営まれてきた。林地の取り扱い方は更新方法の違いにより施業方法は人工林施業と天然林施業に分けられるが、前者が直挿、植樹造林などにより更新をはかりその後も積極的に保育作業を導入するのに対し、後者は自然の力を利用し林分の生長過程に応じた補助および保育作業を適宜加える施業法とされる。当地は特に天然生スギが多く生育している地域でありスギの天然下種更新あるいは林地に多数存在する伏条性稚樹の刈り出し、不良広葉樹の巻枯しなどの天然林施業が演習林の森林施業の大きな部分を占めてきた。この二つの森林施業は作業種とすれば異質の部分をもつものと思われるが、現実の林分では人工造林地に隣接するスギの天然生稚樹の多い天然更新地は人工林施業へ、天然更新地内の小面積人工造林地の天然林施業への切り替えが行われ、更新後の林分は時代毎に組み替えられて施業が行われてきた。その結果人工造林面積は演習林設定後延べ300 haを越すが、現在人工林施業が行われているのは約250 haである。

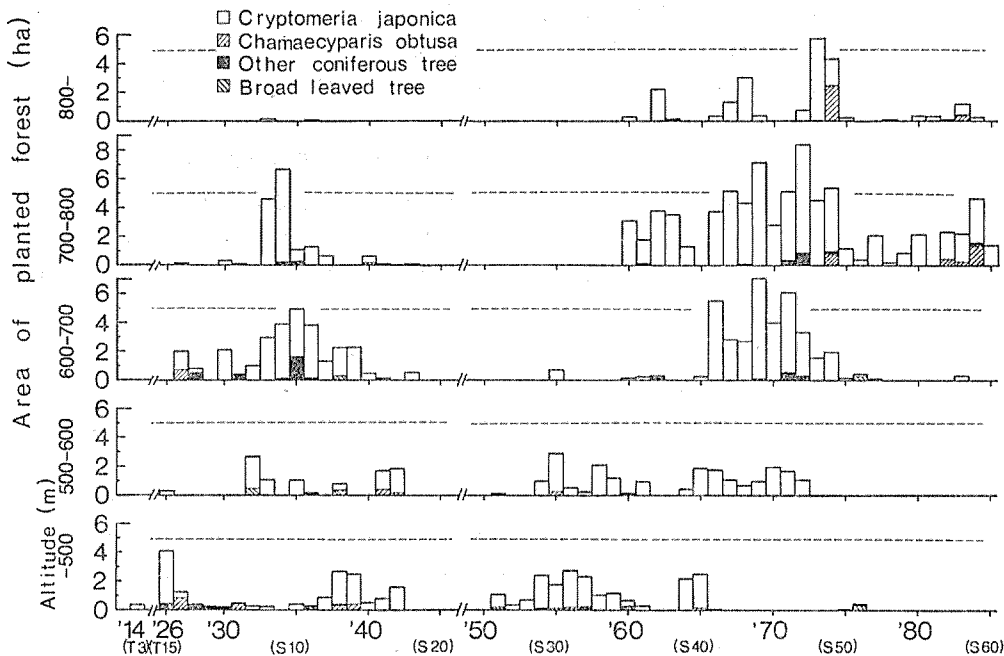


Fig. 1 Annual planting area in Ashiu Experimental Forest by each altitudinal range

標高別の植樹造林面積の推移を図1に示した。図から明らかなように植栽樹種の90%以上がスギで占められ、ヒノキは戦前小面積に試みられたものと近年高標高地で一部植栽されたにすぎない。その他の針葉樹としてはヒバ (*Thujopsis dolabrata*), アカマツ (*Pinus densiflora*), クロマツ (*P. Thunbergii*), カラマツ (*Larix Kaempferi*), ヤツガタケトウヒ (*Picea Koyamae*), エゾマツ (*P. jezoensis*), アカエゾマツ (*P. Glehnii*), ドイツトウヒ (*P. Abies*), モリンドトウヒ (*P. Morinda*), コウヤマキ (*Sciadopitys verticillata*), サワラ (*Chamaecyparis pisifera*), モミ (*Abies firma*), ウラジロモミ (*A. homolepis*), メタセコイア (*Metasequoia glyptostroboides*), ランダイスギ (*Cunninghamia lanceolata*), 広葉樹としてはケヤキ (*Zelkova serrata*), クリ (*Castanea crenata*), キハダ (*Phellodendron amurense*), オニグルミ (*Juglans mandshurica subsp. Sieboldiana*), ミズメ (*Betula grossa*), ウルシ (*Rhus verniciflua*) あるいはモウソウチク (*Phyllostachys heterocycla*) などがありこれらはほとんどが事務所、小蓬旧苗畑、中山旧苗畑 (図2) 付近の見本林などに小面積に植栽されたものである。

演習林の造林史は四つの時代に大別される。

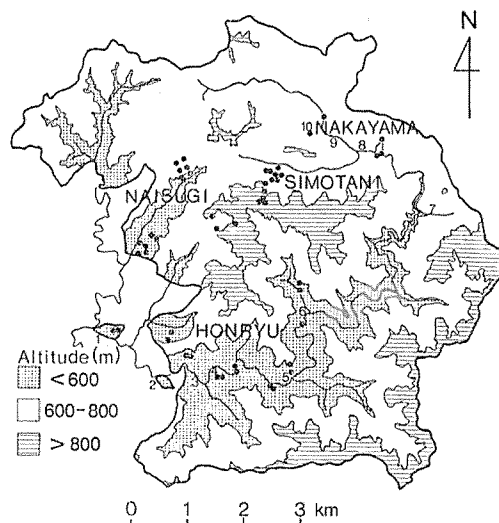


Fig. 2 Location of facilities and investigating plots

- | | |
|--------------|---------------|
| 1 JIMUSHO | 2 HAINO |
| 3 AKASAKI | 4 KOYOMOGI |
| 5 KAZURA | 6 NANASE |
| 7 IWATANI | 8 NAKAYAMA |
| 9 NEZIRIDANI | 10 CHOUJIDANI |

すなわち演習林設定から昭和10年代半ばにかけての戦前期の造林、これは標高 700 m 前後の中山付近を施業の中心としながらも低標高の本流筋に植栽された時代、次にそれから昭和30年代前半にかけての戦中戦後の造林で、戦中戦後間もない時期の一時期植栽が行われなかった時期から戦後主に標高 500 m 前後の由良川本流筋に行われた時代である。この両者共植栽地は天然スギの分布が少なく、生長の良い沢部平坦地を中心に行われた。三番目は昭和40年代をピークに標高 600-800 m の内杉と下谷に植栽されたもので、当演習林の面積拡大造林期にあたり斜面上部にまで植栽地は広がり、昭和50年に急激に植栽面積を減ずる。その後は内杉、下谷、中山を結ぶ林道本線の支線沿いにあたる4、6林班の天然生林択伐後の沢部や一部疎開地を中心に小面積に植栽されて現在にいたっている。

次に各々の時期の造林事業について過去の記録を辿ってみよう。演習林の設定当時の状況、特に造林事業の歴史については昭和3年発行の演習林概要²⁾並びに昭和5年発行の芦生演習林施業案(昭和5年—14年)⁵⁾に詳しい。まずその中の地上権設定証書には地上権設定の目的として「京都帝国大学ニ於テ学術研究及実地演習ノ目的ヲ以テ造林事業ヲ施行スルモノトスル」さらに「造林事業トハ契約成立ノ日ニ於ケル立木ヲ伐採シタル後天然及人工造林ニ依ル立木ノ造成ヲ謂イ」と記され、演習林設定直後より造林事業を開始し、大正10年から11年にかけて約 6200 m³のスギ材を生産している。しかし「之ハ林相ノ悪化ヲ助長スル処モアリ尚又交通不便ノ時代ニ取行スルヲ不得策トモ考ヘタノデ其後ハ中止シタ。潤葉樹ヲ巻枯シテ「スギ」ノ生長を助長スルコト、稚樹ノ乏シキ箇所ニ補植ヲ行フコト、無立木地ニ造林スルコト」さらに「「スギ」ノ生長ヲ促進スル為ニ之ガ妨害ヲナス潤葉樹ノ除去ヲ初ムルニ及ビ之等潤葉樹ノ利用方法ヲ考究シ先ズ之ヲ用ヒテ椎茸ヲ栽培セントシ」と「専ラ「スギ」ノ育成ニ勉メ」「伐採ヲ禁ジタ」と記されている。実際昭和初期の演習林の造林事業は広葉樹を主体に伐採が行われ一部伐採されたスギは建物などの施設工事資材、研究資材として用いられるか、除間伐などの保育目的に限られた。伐採は比較的天然スギの天然分布の少ない低標高地それも斜面下部で行われた。広葉樹材の利用については当時「クリ」以外はほとんど利用価値がなく、その利用法として椎茸栽培、製炭事業が行われた。当時造林事業は事務所(標高 359 m)と中山作業所(標高 630 m)を拠点に行われたが、昭和8-12年には事務所から小蓬間に軌道が開設され、昭和10年には学生実習施設として長治谷作業所が建設され両地域の事業が飛躍的にのびた。造林保育作業は植樹造林面積が 1 ha 未満の極めて小規模なものが多く、1 ha 以上の造林地であっても植栽本数を考慮すると天然林施業の中で補植的な意味で植栽されたものと思われる。植栽苗木は「天然生伏条苗ヲ直接山出シスル方法、天然生伏条苗ヲ一旦苗圃内ニ於テ育成シタル後山出シスル方法、苗圃内ニ播種シテ造成シタル苗木ヲ用フル方法、挿穂ヲ取りテ直接山地ニ直挿スル方法、挿穂ヲ一旦苗圃内ニ挿木シテ育成シタル苗木ヲ用フル方法等」が試みられ、特に一番目の天然生伏条苗取植と称される植樹方法は、「其ノ生長極メテ遅タタルモノニシテ到底実生苗ノ比ニ非ズ、又従来植栽セル地域ノ多クハ谷筋ノ平坦地故雑草ノ繁茂甚ダシク為ニ庇圧サレ益々伸長ヲ妨ゲラルルニヨリ充分ノ下刈ヲ要スベシ」⁷⁾と早期より事業化困難な点が指摘された。苗木は外に当時精力的にすすめられたスギの天然下種更新試験¹³⁾、直播試験の山地余剩稚樹、疎開地、歩道沿いに生じたスギ天然実生苗を直接あるいは一旦苗圃で養成後山出しする方法もとられた。苗圃は当初事務所付近、中山作業所付近および林間各所に設けられたが事業の拡大とともにその中心地に近い赤崎、小蓬、七瀬あるいは岩谷、ネグリ谷など沢部平坦地に増やされていった(図2)。また教育実習目的から事務所、中山作業所付近に見本林造成が計画され外国産樹種を含めた多くの針・広葉樹樹種が導入された。苗木は購入によるものの外に、演習林試験地(当時台湾、朝鮮、樺太にも演習林があった)間、他大学演習林、国公立林業機関などと積極的な苗木、種子交換が行われ、それらの養成は本部試験地、上賀茂試験地、

芦生演習林苗圃で行われた。このように演習林設定時期より戦前期の造林事業はあくまでも天然分布するスギを主体に天然林施業が行われ人工林施業はこれを補足する形で行われた。この時期の森林の更新方法に関する試験研究は現在まで演習林の研究業務の基礎となっている。

次に昭和10年代半ばから30年代前半についてみると、昭和10年代半ばから世界大戦への突入により造林事業は停滞期に入る。伐採は航空機用材として使われたブナ (*Fagus crenata*) をはじめ終戦直後一時伐採量が減る時期はあるが年々続けられた。人工林への植栽保育作業は滞り、数少ない記録によればモウソウチク、クリ、ウルシなどの特用樹、果樹、特用林産物、高標高地での水稻栽培試験など、救荒作物、林産物の植栽栽培に努めたようである。昭和24年のヘスター台風、昭和28年の13号台風で林地、施設に壊滅的な被害を受けながら昭和20年代半ばから事業の建てなおしが計られた。昭和26年本流筋の軌道は七瀬まで延長され、昭和27年には農林省で企画の未利用資源の開発の線に沿い、京都府の協力要請で奥地開発林道の開設に着手した⁶⁾。林内への林道開設に伴いこの時期より伐採量は急激に増加し、これは昭和30年代にピークとなった。この時期の新植造林地は本流筋に開設されている軌道に依るところが大きく、事務所と小蓬苗圃で生産された苗木を用いて、主に戦中戦後の伐採跡地を中心に本流沿い沢部平坦地に小面積に行われ、小蓬苗圃付近には見本林の造成が行われた。

昭和30年代後半から40年代についてみると、まず奥地開発林道(内杉線)は昭和42年までに10.3 km 開設され、開設に伴い伐採は奥地高標高地へと移った。当時の演習林概要 (昭和32年度)³⁾によれば本演の施業方針として「主としてスギ林の育成、特に伏条スギの増殖や保育方法並に林地直挿造林の研究をなし、併せて有用広葉樹林の造成をはかる」「林産物の利用、奥地林の開発に関する研究のための造材、加工並に運搬施設などの事業も行う」とし官行斫伐(直営造材)と立木処分を合わせた年伐量を50千石(約 13900 m³)、その結果生じる伐採跡地について「年々新植 30 ha、天然更新補助作業 70 ha を行う」としている。しかし実際は昭和30年代に年間1万 m³ を超える伐採量となった年もあったが10年間に約 74000 m³、昭和40年代には伐採量は減少して約 54000 m³、昭和50年代には年度による較差は少なく約 16000 m³ となった。植樹造林面積は昭和30年代は年間 5 ha 前後行われたが、造成された造林地は30年代半ばより林道、伐採箇所の高標高地への移動により標高 600 m 以上に移り、昭和40年代は本演における拡大造林期のピークにあたり年間 10 ha 以上植栽された年が多く、施業は標高 600-800 m を中心に行われた。この間昭和45年までは植栽木はほとんどがスギであったが、その後中山付近の見本林に北方系の針葉樹が用いられ、また高標高地でヒノキの植栽が試みられた。このように昭和20年代終りに始まる林道開設に伴う伐採量の増加そして大面積の拡大造林は高度経済成長下での時代的風潮と造林木スギに頼る当時の我国の林業事情によるところが大きいが、本演においては土地所有者との間に交された分収契約履行上の制約が大きな引金になったものと思われる。拡大造林期の試験研究はこの様な事情を踏まえスギ人工林の造成、特に育苗に関するものが多く「スギの育種に関する研究」「スギの人工造林に関する研究」の中で、産地別スギの生育比較に関するもの¹⁴⁾、林内産スギ精英樹から挿木苗増殖に関するもの¹⁵⁾、伏条稚樹から挿木苗増殖に関するもの¹⁶⁾、山地直挿造林に関するもの¹⁷⁾、スギのクマ被害に関するもの¹⁸⁾など多くの研究成果が報告され、事業的にも伏条稚樹を用いた挿木苗の生産が軌道にのり、挿木はほとんどこれでまかなわれた。本演の全生産苗木に対する挿木苗の割合は、昭和30年代には年間約9200本生産された苗木のうち56%、40年代には約22000本のうち84%を占めた。また林内精英樹からの挿木苗による造林、山地直挿による造林も試みられた。

昭和50年代に入るとオイルショック、賃金ほか諸物価の高騰、木材市況の低迷といった外的経済事情もあるが、演習林では拡大造林に対する懸念と、その時期に残された膨大な人工造林地の

保育作業に追われ新植地は減少した。施業の中心は内杉林道から分かれた支線沿いにあたる4, 6林班に移り、伐採は年間2000 m³まで、新植面積は2-4 haとなった。しかし拡大造林期の大面積造林地の下谷、内杉を中心とする下刈、雪起し、除伐、枝打ちなどの人工林の保育作業は50年代初めには年間延べ150 haに近い面積となり、これらも近年は減少し50 haまでにとどまっている。そして現在造林事業は年間伐採面積を10-12 haで択伐を主とし、原則として天然林施業を中心に天然スギと有用広葉樹の混交林を育成することを目標としており、有用樹種の少ないところや天然更新が困難なところではスギやヒノキを群状、または小面積で植栽して、70年の長伐期施業を目標にした保育をする方針で進められている（昭和60年度演習林業務委員会資料1985年4月）。新植面積は演習林設定の趣旨から学生実習あるいは現在そして次代の研究対象になりうる林分を造成してゆくために、今後年間2-3 haは確保することが必要とされるが択伐後の林地の状況によっていくらか変動するものと思われる。現在人工造林に関わる試験研究としては、産地別スギの生育比較試験、造林樹種の生育比較試験、植栽密度による生育比較と作業工程に関する研究、天然林施業の中での植樹造林を想定して、若齢広葉樹林内での樹下植栽によるスギ、ヒノキの生育比較試験、樹下におけるスギの実生苗と直挿苗の生育比較試験¹⁹⁾などの諸研究が続けられている。

3. 調査方法および調査地の概況

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に位置し、標高355-959 m、分布特性からみた森林は天然生の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にあたる^{20,21)}。地形は全体に急峻で標高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おお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²²⁾。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となり^{4,23)}、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^{19,24)}。

人工造林地面積は前述のように現在約250 haあるが、その中でスギ造林地面積は約220 ha存在し、標高360-900 mの間に植栽されている。高標高の尾根部にまれにみられるポドゾル域での植栽地はみられず、土壌深の一部浅いところもみられるが、当地域の大部分を占める褐色森林土に植栽されている。本調査は本演における標高、地形の違いによるスギ人工林の生育の違いを明らかにすることを目的とするため、調査に入る前に机上で造林台帳、造林附図、地形図を用いて調査対象造林地の選別を行った。対象林分は基本的にはヒノキなどの混植地は避け、比較的造林面積が大きく、植栽本数に極端な違いのない、しかも補植は植栽次年度までに行われ、保育作業も適宜導入されている造林地を理想としたが、造林地の生育過程を知るために植栽年度の散らばりと広がり、地形差、標高差を重視したためこの基準外の造林地も調査対象になったものもある。また前述の様に昭和30年前後までの造林地は沢部平坦地への植栽地が多く、地形の違いによる植栽木の生長差を正確に捉えるのは難しいと考え、拡大造林期に植栽された内杉、下谷の面積の大きい造林地内に調査区を多く採り今後の継続調査により同一造林地内での標高、地形差による生育の違いをより正確に明らかにしていくこととした。これらの資料をもとに昭和56, 57年度に現地踏査の結果49点の永久プロットを設定した。

調査方法は斜面に向い斜面下部左隅を基点に斜距離で20×20 mの方形区を設け、四隅にプラスチック杭を打ち四等分しサブプロットとした。調査面積は林況により多少増減したが、今後植

Table 1- Composition of investigating plots

No.	Plot No.	Stand age (year)	Altitude (m)	Direction (°)	Inclination (°)	Topographic type	Area of plot (m ²)	Number of tree (No./ha)	Basal area (m ² /ha)	Average of DBH (cm)
1	127-1	69	385	S 70W	30	V	779.4	513 (449)	64.5 (60.9)	38.3 (40.1)
2	12-1	57	450	S 10 E	2	V	399.8	1326 654	94.4 65.0	28.7 33.1
3	128-1	56	400	S 60W	30	V	779.4	(436)	(56.7)	(39.1)
4	67-1	53	625	N 50 E	16	V	384.5	1248	89.5	28.9
5	67-2	53	650	N 80 E	25	S	362.5	2179	52.7	14.8
6	75-1	53	630	S 20 E	5	V	398.5	778	77.9	35.4
7	93-1	51	510	S 30W	28	V	353.2	1132	100.9	32.1
8	93-2	51	550	S 40W	31	S	342.9	1429	50.6	19.4
9	197-1	45	660	S 10W	32	V	339.2	1857	54.8	17.7
10	201-1	44	645	S 70W	2	V	399.8	925	71.7	30.7
11	220-1	42	430	N 10W	31	V	342.9	1312	49.0	19.4
12	220-2	42	460	N 30W	14	S	388.1	1494	77.4	22.8
13	219-1	41	480	S 40W	31	S	342.9	2187	50.8	14.8
14	219-2	41	480	S 45 E	34	S	331.6	1900	68.2	18.5
15	274-1	29	430	N 20W	18	V	380.4	2182	61.7	18.4
16	274-2	29	430	N 30 E	25	V	362.5	1297	56.0	21.3
17	282-1	27	460	S	31	V	192.9	3007	62.9	15.5
18	282-2	27	560	S 50 E	36	R	323.6	2287	31.3	12.7
19	289-1	26	425	N 5 E	24	V	365.4	2189	49.6	16.6
20	289-2	26	420	N 5 E	13	V	389.7	1976	44.8	16.6
21	288-1	25	400	S 60W	21	V	373.4	2544	46.6	15.0
22	288-2	25	400	S 80W	22	V	370.9	2723	51.1	15.2
23	332-1	18	480	N	23	R	368.2	3313	31.0	10.7
24	332-2	18	500	N 50W	30	V	346.4	1905	24.0	12.3
25	332-3	18	490	N 60W	26	R	359.5	3255	24.8	9.50
26	330-1	17	510	S 80W	33	V	335.5	1937 3088	17.9 13.0	10.2 6.99
27	330-2	17	620	N 70W	26	R	359.5	(3060)	(12.8)	(6.98)
28	331-1	17	420	N 70W	10	V	393.9	2587	51.2	15.4
29	361-1	13	670	N	5	V	398.5	1255	17.2	12.8
30	361-2	13	730	S 50 E	30	R	346.4	2685	13.2	7.56
31	361-3	13	730	N 50W	32	R	339.2	2211	12.7	7.99
32	361-4	13	800	N 80 E	30	V	346.4	2887	9.78	6.18
33	363-1	12	620	S 20 E	31	R	342.9	2770	3.64	3.67
34	363-2	12	680	S 20 E	31	R	342.9	3441	2.40	2.54
35	363-3	12	755	S	26	R	359.5	2949	2.40	2.75
36	363-4	12	590	S	35	V	327.7	2319	4.49	4.64
37	363-5	12	690	S 10 E	35	V	327.7	2963	3.86	3.62
38	363-6	12	735	S 40 E	34	V	331.6	2593	3.31	3.52
39	375-1	9	670	N 70 E	32	V	339.2	1916	3.98	4.55
40	375-2	9	710	S 70 E	30	V	346.4	1848	2.33	3.20
41	375-3	9	730	N 80 E	24	R	365.4	2354	1.30	1.86
42	375-4	9	770	E	33	R	335.5	2563	0.55	1.22
43	375-5	9	820	S 50 E	25	R	362.5	2676	0.93	1.56
44	375-6	9	880	N 45 E	27	V	356.4	1880	1.99	3.07
45	375-7	9	880	S 80 E	16	R	384.5	1535	0.48	1.54
46	375-8	9	880	S 45 E	24	V	365.4	1368	1.60	3.17
47	383-1	7	780	N 50W	30	R	346.4	2627	0.81	1.67
48	390-1	5	760	S 40 E	30	R	346.4	3868	0.15	0.48
49	398-1	2	870	N 50W	29	R	349.8	2058	—	—

(): *Cryptomeria japonica* only

R: Ridge

S: Slope

V: Valley

栽木の生長により面積拡大の必要が生じた場合には、基点を軸に面積の拡大をはかるつもりである。プロットとサブプロットの中心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。プロット内のスギ、ヒノキについては全木を、また大径の広葉樹が存在する場合も調査対象とし毎木調査を行った。まずダイモテープと真鍮釘を用いて測定木の斜面下部側、地際樹皮部にナンバリングを行った。測定は胸高（地上高 1.3 m）以上の測定木は全木の胸高直径（DBH）、各プロット20本程度について地上高 0.3 m の直径と樹高測定を行い、胸高以下のものについては地上高 0.3 m の直径と地際直径（地上高 0.0 m）をあわせて測ることとした。さらに調査地の状態をよりの確に認識するために個々の測定木の形状について、クマなどの動物害による被害状況、天然生稚樹の可能性、雪害などの気象害、被圧木など林地で気がつくことを記録した。調査は林木の生長停止期にあたる晩秋から早春に行われた。尚各プロット番号は造林台帳番号と、同一造林地でのプロット数よりつけられ、サブプロット番号は基点から右回りに1-4とした。

その結果得られた個々の調査地の概況を表1に示した。林齢は調査年の昭和56、57年時を基準にし、標高は調査時の測定値を机上で1/5000の地形図、造林図で補正したものである。プロット番号127-1と128-1調査区は演習林設定後購入された附帯地内の造林地で、購入時に既に植栽されていたものでヒノキとの混植地であり、330-2調査区内には天然生のヒノキが1本含まれた。胸高断面積合計と平均胸高直径は調査地内スギ、ヒノキ全木を対象にしヒノキ混入地ではスギだけから算出した値を括弧で示した。

昭和30年代前半までの林齢25年以上の調査地は前述したような本演習林の造林事情から標高385-560 mの本流と標高625-660 mの中山付近の造林地に設けられたもので、沢部が多く、その中でも特に傾斜20°以下の平坦地が多い。林齢17、18年の内杉入りの調査地では標高600 m以下の調査区があるが、この時期までの林齢の若い造林地の調査区はほとんど標高600-900 mに設けられ、傾斜は30°前後のところが多い。林齢9-18年の調査地は本演の拡大造林期にあたる内杉、下谷の造林地に設けられ、特に361-、363-、375-調査区は一樣に手入れされてきた同一造林地内に多数調査区を設け、今後標高、地形の違いによる林木の生長経過を正確に捉えることを目的に設置した。林齢7年までの調査地は内杉林道支線沿いの4、6林班の高標高地の斜面上部に設けた。本演の過去からの人工林の植栽本数は天然林内に補植的に植栽された林分、一部密度試験が行われた林分、直挿、伏条苗を直接植栽した林分を除き、2500-3000本/haのところが多い。成立本数は当然林齢によって異なるが、調査区間のばらつきが多く3000本/haを超える林分もみられた。調査区の面積が小さく、比較的成立本数が多いところに調査区が設けられやすい点是否めないが、当地が天然生スギ林の多い地域にあたるため天然生の伏条稚樹が多いことに起因する場合が多いと思われる。天然生によるか、人工植栽によるものかの判断は高齢林分では比較的難しい作業であるが、若齢林分では植栽間隔、樹形から判断しやすい。実際特に若齢の斜面上部林分、たとえば390-1調査区では37%、363-2調査区では36%が天然生稚樹と認められ、特に高標高地の斜面上部に多かった。胸高断面積合計は成立本数と後述のように当地のスギの形状にも左右されるが、沢部の高齢林分でかなり高い値となり、平均胸高直径は林分内の小径稚樹の存在によりやや小さな値となったところもある。標高、地形の違いによる生長差は同一林分内に多数調査区が設けられた361-、363-、375-の調査区の結果をみるとより明らかで、概して標高が高くなり、斜面を上がるにしたがい成立本数は増加し生長低下が著しい。しかしこれらの林分は未だかなり若齢なため林分としての生長は未知数であり、今後の調査の継続によりこのような生育環境と地スギの生長特性も明らかにされるものと思われる。

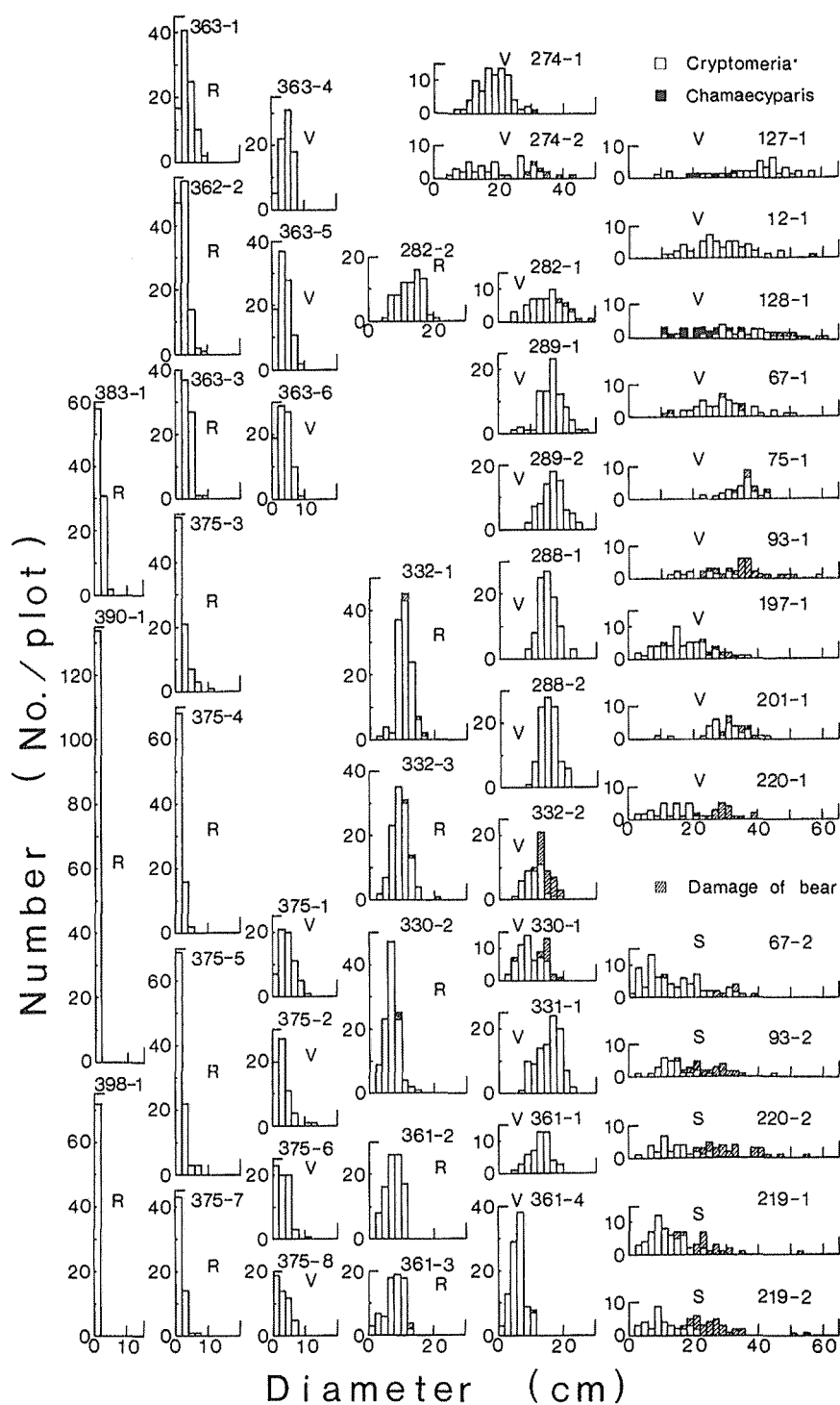


Fig. 3 Diameter distribution of trees in each plot and damage of bear in planted Sugi forest

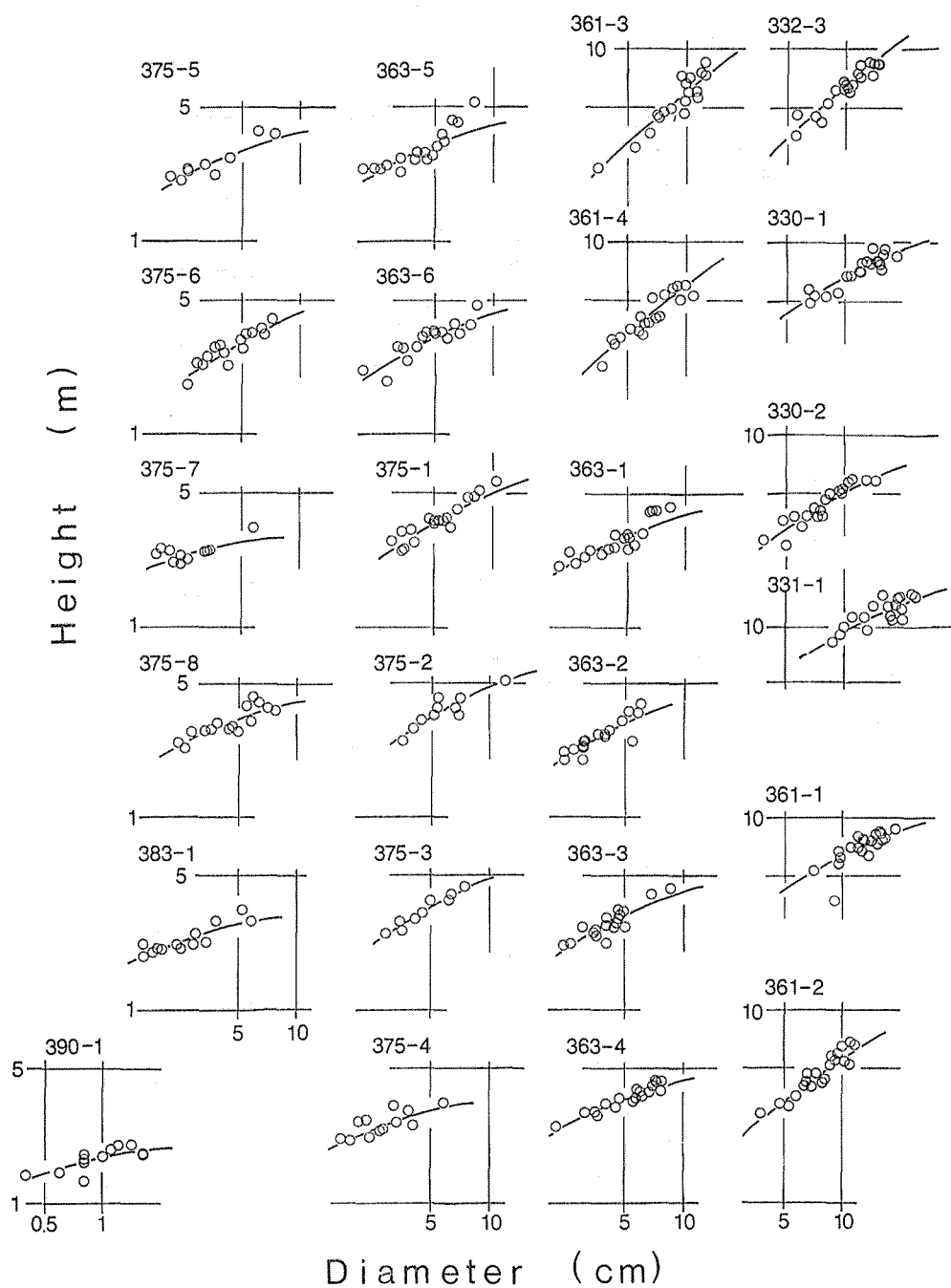


Fig. 4-1

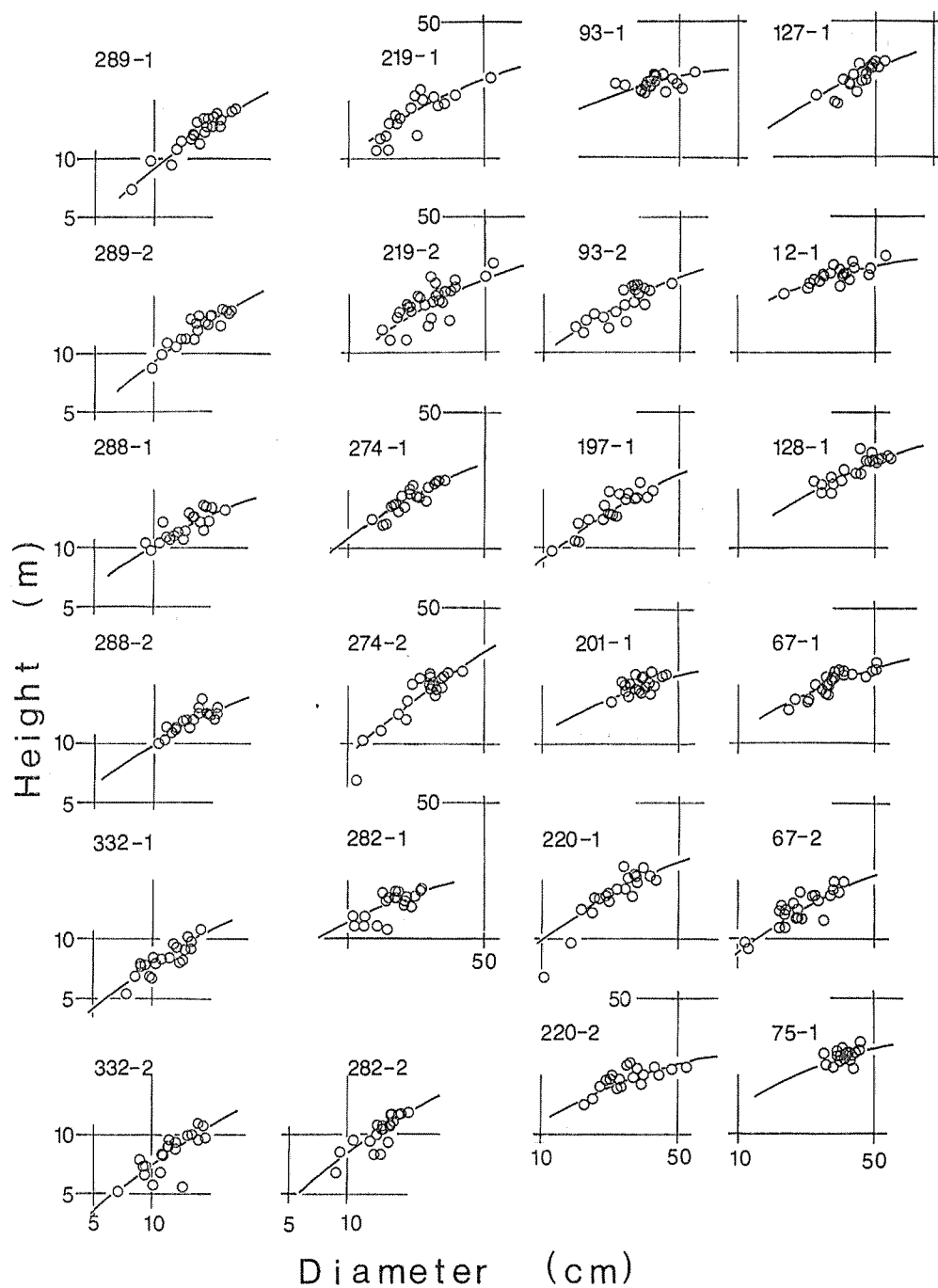


Fig. 4-2

Fig. 4 D-H relation of trees in each plot

4. 結果および考察

1) DBH の度数分布

各調査区の DBH の 2 cm 括約による度数分布を図 3 に示した。図から植栽時の一律の DBH から植栽後10年前後までは L 型の分布型を示し、徐々に直径階の低い部分の度数が減少し、林齢 20 年から 30 年の分布型は左偏、右偏、二峰またはピークの高低はあるが正規分布に近い分布型を示した。さらに林齢が進むにしたがい漸次左偏し、ピークは下降し、直径階の分散幅の広い正規分布型となった。またその分布型の移行は造林木の生長が良い沢部では斜面および斜面上部に比べてより速く進むものと思われた。

林木の直径分布について大隅²⁵⁾は「一斉同令林の直径分布は、先ず基本型たる正規型をとり、それより林令と共に漸次左偏して行って、Charlier-A 型から Pearson-I 型へと進む」としている。本調査結果は、個々の調査区の面積が小さいこと、さらに当地が天然生スギの分布地にあたり、植栽時に既に天然生伏条稚樹が多いこと、植栽木も当地産のアシウスギでほとんど占められるため生育期間中に倒伏した場合あるいは下枝をたらし地際より発根し伏条苗として林分の後継樹になりうること、地スギあるいは当地のような気象条件下での生育特性、そして手入れ不足など多々考慮しなければならないが、ほぼ大隅が指摘したのと同様の結果が得られた。

2) D-H 関係

各調査区の胸高直径 (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²⁶⁾、ここで A, B は定数, h は相対生長係数である。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ほぼ 1 に、人工林では間伐などの手入れにより小径木が取り除かれ立木がそろうように管理されるため、1 よりかなり小さくなるとされる²⁷⁾。玉井²⁸⁾は芦生スギ天然木の D-H 関係について $h=1.3$ を推定し、混交林中で、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 よりやや大きくなるとしている。一般にスギ人工林においては平均 DBH 10-20 cm において伸長生長が盛んで、この間の形状比 (H/D) は大きく(図 8)、林分内の林木の生長に個体差が生じ D-H 曲線がたちあがるようになり、造林地ごとの D-H 関係も林齢によって著しく変化する。当地のように天然生の稚樹が多く生存し、林分内の DBH の分布範囲が広い場合、被圧木や下層木も D-H 関係推定の対象に測定範囲をひろげると、h の値は 1 よりかなり大きくなる。人工林においては林分を構成する全林木よりも、特に上層木が問題とされるため、ここでは便宜上 $h=1$ とし各調査区における最大 DBH から D-H 関係推定範囲を設定し、上層木の D-H 関係の推定を行った。このようにして得られた各林分の上層木の D-H 曲線を集めたのが図 5 である。人工林の D-H 曲線は林齢差のある林分間で連続しているわけではなく、個々の林分は独立して経時的に移動していく²⁹⁾。植栽時のほぼ同様な樹高から上位 DBH が 10 cm 前後の林分までは肥大生長が盛んで、上位

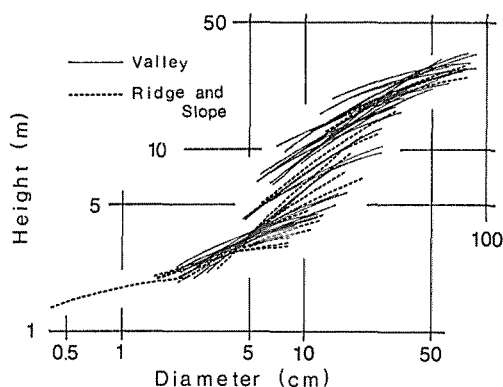


Fig. 5 Variation of D-H relation with the passage of time

DBH 30 cm までの林分は D-H 曲線のたちあがり急となり、伸長生長は盛んに、林木の個体差は大きくなり、上位 DBH 30 cm 以上になると林分の上層木の樹高生長に頭打ち傾向がみられ、両対数グラフ上を約 45° の傾きで平行移動していく³⁰⁾ ようである。また沢部林分と斜面および斜面上部林分で得られた D-H 曲線を比較すると、沢部林分は上位 DBH が斜面部と同程度であっても曲線の頭打ち傾向が早く現れる、即ち、林分内の中層木の樹高生長もよく、速く閉鎖林分に近づくものと思われた。また一般に斜面および斜面上部林分の D-H 曲線はグラフの右側に偏り、肥大生長に対して樹高生長が悪く、最大樹高も沢部に比べて低いことが予測された。

3) 芦生演習林スギ造林地の評価

調査林分の現況を把握し、他地域との比較を行うため、京都府よりだされている「スギ人工林収穫表及び材積表」³¹⁾ 並びに「スギ林分密度管理図の使い方」³²⁾ を用いて本演習林のスギ人工造林地の評価を試みた。ここで林分材積計算はスギについては芦生地方スギ立木幹材積表³³⁾、混入するヒノキについては立木幹材積表——西日本編³⁴⁾——によった。これらの資料使用上の制約と、若齢期は地域により林木の生育特性が特に異なると思われるため、林齢20年以上の本流、中山付近の造林地を中心に論ずることとし、参考までに林齢10-20年の林分より得られたものもグラフ上に示した。各林分とも、前述のように胸高直径の分布範囲が広く林分構成木の個体差が大きいため、地位判定に用いる上層木平均樹高は、便宜上各調査区300本/haにあたる胸高直径上位木の樹高平均値とした。平均に用いた樹高は実測値と個々の調査区で得られた D-H 曲線より算出された推定値である。上層木平均樹高と林齢の関係を図6-1に示した。さらにこの図から判定した各調査区の地位から適正本数を割り出し、各調査区の胸高直径上位木の平均直径および立木材積を算出して示したのが図6-2、図6-3である。尚、各調査区の調査本数が適正本数より少ない場合は成立本数を用いた。本流の沢部造林地は地位2以上の良好な林分と思われる、斜面では地位3前後、斜面上部はそれ以下の造林地と推定された。中山の沢部造林地は上層木平均樹高から判断すると本流より劣り地位2前後と思われるが、直径、材積では地位2以上となり、斜面では地位4あるいはそれ以下と思われる。この様な上層木平均樹高、DBH、材積による判定の違いは主に京都府と本演習で用いられている材積表と DBH に対する樹高曲線、あるいはスギの樹形の相違によるものと思

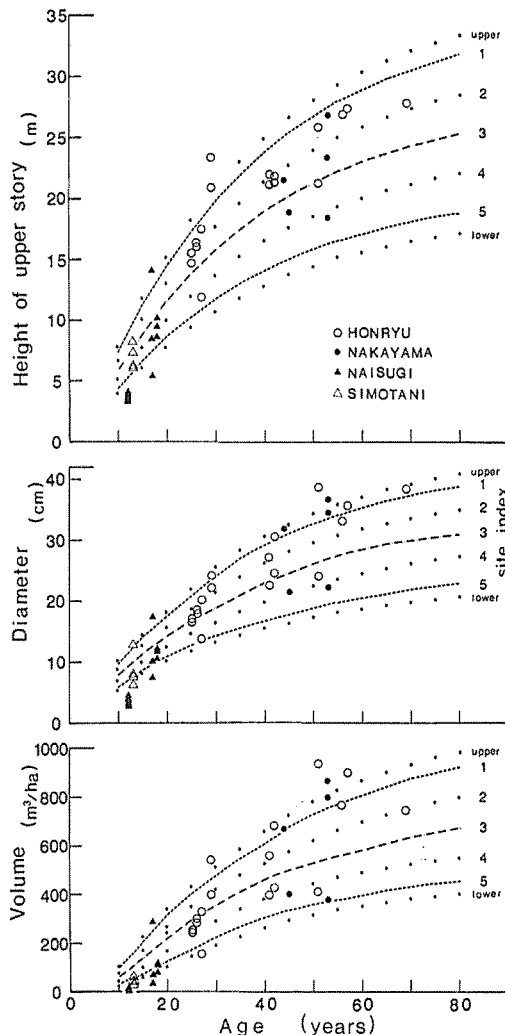


Fig. 6-1 Variation of upper height with the passage of time

Fig. 6-2 Variation of average DBH with the passage of time

Fig. 6-3 Variation of volume with the passage of time

われる。図7に各調査区で得られた平均胸高直径と上層木平均樹高の関係を示し、参考までに京都府のスギ人工林材積表で用いられた上層木平均樹高—平均直径曲線と和田が芦生地方スギ材積表³³⁾で用いた D-H 曲線を描いた。スギの生長に伴う D-H 関係は直径の測定位置にも左右されるが、小径木まで対象にすると緩い S 字曲線となる。和田式は同齢林を対象に林木全体の D-H 関係を導いているのに対し、本調査結果および京都府の場合は上層木平均樹高と平均直径の経時変化を表している点で意味も異なるものと思われるが、林業においてスギが調査対象³⁵⁾となる DBH ≥ 4 cm の林木を対象に考えると、本調査結果は和田式に近く、上層木あるいは大径木で樹高生長の頭打ちが生じている。さらに斜面および斜面上部の樹高曲線は沢部のものに比べグラフ上で右により、直径に対する樹高の頭打ちも速く現れるようで、斜面は一般に直径生長に対して樹高生長が悪くウラゴケになっている林木が多く、大径木になっても樹高の伸びが悪いようである。図8は林木の形状をさらに明らかにするために本調査林分と、京都府、和田、国有林³⁶⁾による直径—形状比の関係（片対数グラフ）を示したものである。本調査結果から、形状比は植栽後間もない頃の高い値から平均直径 10 cm 前後まで低下し、平均直径 20 cm 前後をピークに上昇し、その後下降した。この傾向は国有林のものに近似するが、全体的に形状比は低く、DBH ≥ 15 cm の中、大径木では和田式との適合性が良い。また国有林、京都府のものに比べ、ピークの位置がややグラフ上で右にずれ、高い直径階で形状比は最大となる。沢部に比べ斜面では形状比が低く、本流に比べ標高の高い中山で形状比が低い傾向がみられた。このように京都府と和田による材積表で用いられた樹高曲線と本調査結果は、小径で和田と大径で京都府と若干相違する点もみられるが、材積表のもつ広域性、一般性から考えると、本演のスギ人工林を評価する上で充分応用のきくものと判断された。

当地の標高 500 m までの沢部造林地においては地位1-2の良好な生長を示す一方、斜面では地位3前後、斜面上部ではさらに地位が低下すると予想されるのに対し、標高 650 m 前後の造林地は樹高生長が悪く、沢部は低標高地に比べやや地位は低下するが地位2以上のやはり良好な林分が期待できるものと思われた。しかし斜面では地位3以上を期待するのは難しそうである。今後データの集積によりこれらの林分についてもより正確な判定ができるとともに、高標高地そし

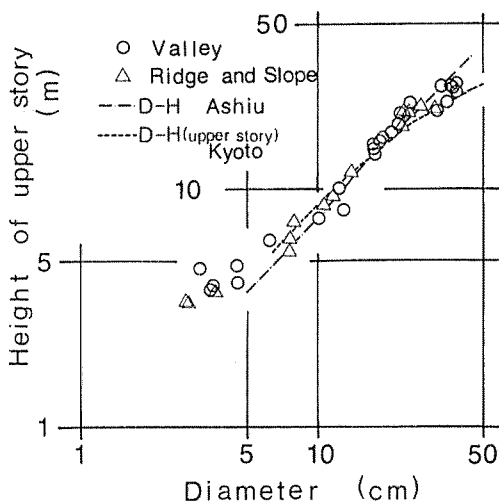


Fig. 7 Variation of average DBH-upper height relation with the passage of time

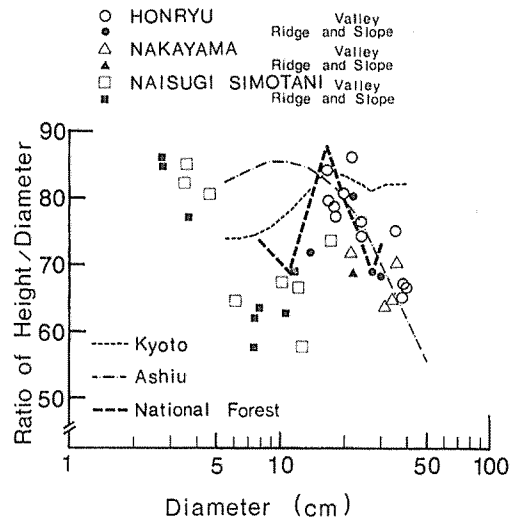


Fig. 8 Relations between average DBH and ratio of H/D

て斜面および斜面上部の詳細な検討ができるものと思われる。

次に単位面積当たりの本数と材積の関係を京都府の密度管理図³²⁾にてらし図9に示した。前述したように、調査区の採りかた、天然生稚樹の存在を考慮しなければならないが、本演における林齢20年以上の林分の多くがかなり高密度となっている。当地の林齢60年前後の林分が多くの中、小径木を含む分散幅の広いDBHの度数分布を示したため、これらの林分の本数密度については再検討を要するが、林齢30年前後までの分散幅が狭く正規分布に近いDBHの度数分布を示す林分については形状比も高く保育上間伐が必要である。

4) 芦生演習林スギ造林地の問題点

我国では多くの針葉樹が単位面積当りの生産性が高いため造林樹種として用いられてきたが、その中でもスギはその高い生産性と幅の広い環境への適応性、そして材質に優れ用途が広いため多く植栽されてきた。過去においては適地適木の思想が徹底し沢部を中心に

植栽されてきたが、戦後の拡大造林期に植栽地は広がり、林業技術の進歩と林業機械の改良、大型化、普及により、施業単位が大きくなり林木の生長差も現れているのに一律の施業が行われるなど情報量の増加は逆にいくつかの弊害をもたらしている。林業は限られた地域の問題として捉え、技術情報は地域にてらして消化したかたちで応用しなければならない。

当地は天然生のスギの生育する地域であり、本演では演習林設置以来天然林、人工林においてスギ中心の施業が行われてきた。この中で人工林施業について現在直面しているいくつかの問題点をあげてみよう。

まず動物、病虫害については現在のところクマによる樹皮の剥害(クマハギ)以外はきわだった諸害はみあたらない。しかしこれは図3にも示したように除伐までの保育作業がほぼ終了した造林木に被害がでるため致命的である。一般にクマハギはスギの生長が盛んな時期に現われ^{18,37,38,39)}、天然林では中径、大径木を中心に、天然更新林分では伐採後数年を経て生長を回復しはじめた林木に、小径木を除き径級に関係なく現われる。人工林では主にDBH 10-20 cmの生長が盛んな時期、それも林分内で最も生長の良い木に被害が現われ、天然木に比べて径級が低いため一回のクマハギによる幹周囲の剥皮被害率は大きく、枯死にいたる割合も高い。造林木の幹回りにひもを巻くと被害を軽減できるということから数種類のテープ、ひも、綱を用いて被害状況を比較することも試みたが明らかな結果は得られていない。現在本演では被害を受けていない、樹形の優れた造林木にひもを巻く作業と、檻による捕獲が行われているが、後者は特に林内頭数の正確な推定ができていないだけに自然保護との兼ね合いが難しい。被害は棲息頭数を減らすのが被害軽減の最もてっとりばよい方法であるので除間伐が必要な人工林を中心に害獣駆除のかたちでクマ檻の設置を行っている。クマハギはクマの行動範囲によるものか、被害木の分布に偏りがみられ、近年拡大造林期に植栽された内杉、下谷のDBH 10 cm以下の造林木にも被害が広がりつつある。

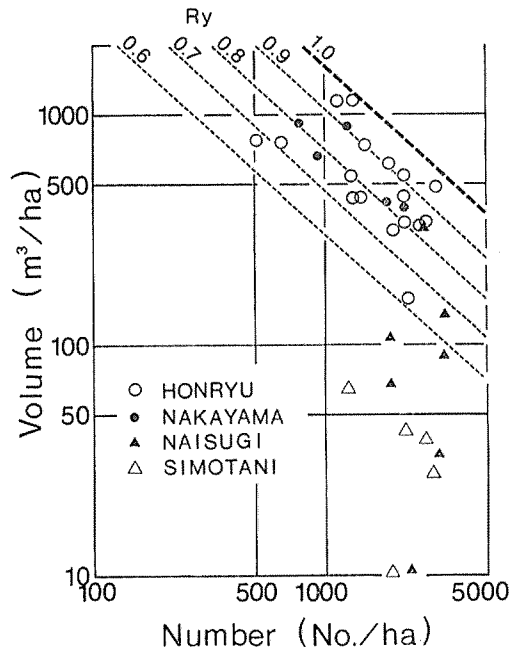


Fig. 9 Relations between tree number and volume
Ry: yield index

それ以前の造林地は天然林内に小面積にあるためか、被害を全然受けていないところもみられるが、今後は大面積造林地に被害が集中して現われる可能性がある。

本演の人工造林地の保育作業は、林分の生育状況によって当然異なるものであるが下刈は植栽後7年前後、除伐はその後4-5年おきに2回、枝打ちは一回目の除伐時に裾枝払い、その後は林分の生長に応じて行うこととなっている。しかしこれらの作業の実行については今後の課題として、特に当地の気象害、雪害に関わる保育作業として必要な雪起しと、間伐について述べよう。林齢15年ごろまでの小径の林分においては当地が湿雪の多雪地であるため倒伏害が多い。しかし造林地の傾斜と積雪量に関係するものと思われる根抜けによる激害は幸いにして数年に一度程度でほとんどみられない。そのため本演では、保育費用の高騰と作業時期の制約から昭和50年代初めから植栽方法を斜め植とし、雪起しは雪害に関する試験地と激害地に限って施行している⁴⁰⁾。林齢15年以上の林分では冠雪害が心配されるが、当地の20年以上の林分が比較的小面積で周囲の天然生林によって共倒れ現象などの被害の拡大が軽減されるためか、あるいは地スギの形状、物理的特性によるものか被害率は比較的低い。実際、事務所での気象観測史上最多積雪量を記録し、林道、諸施設に大きな被害をもたらした58豪雪において、昭和59年度雪起しは前年比で約4倍の10 ha 強となったが、冠雪害はほとんどみられず、最も被害の大きかった331-1調査区(当時林齢19年)でも春先の調査によれば、折損害が11%、曲がりなどの雪害もいれると26%となり、被害の発現は小径木に集中した(図10)。この調査区は拡大造林期に植栽された内杉入り口の低標高地、沢部にあり、生長が良く、収量比数(Ry)が0.8ぐらいで間伐を要する林分であり、2年間の調査期間の間に3本の立枯れ木が生じていた。一般に形状比が70以上の林分については雪害による被害を想起しなければならないとされるが、当地のスギは高齢林分になると形状比がかなり低下する(図8)ため高密度に達しても主林木への被害はでにくいと思われる。しかし林齢15-30年の内杉の低標高沢部造林地および本流戦後造林地は形状比が比較的高く、また個体差が大きいなどから保育の意味からも間伐を急がなければならないであろう。このような造林地を含めた林地の保育には密度の高い林道網の整備が急務とされるが、現在本演の林道密度は7 m/haで天然林施業を行うのにも支障をきたしている。また間伐の必要が生じている本流筋は軌道特に橋梁の老朽化により全線7 kmの約1/5にあたる事務所一灰野間のみの運行にとどまり、重量物の搭載は不可能である。管理道、作業道を含めた林道の延長、路網の整備が必要である。

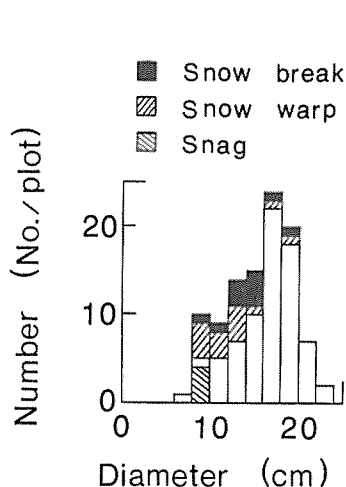


Fig. 10 Damage of snow in non-thinning stand

多くのスギ林業地が天然分布地の下部に位置するように、当地においても地スギを用いれば施業のやり方によってはかなり期待できる造林地になりうるものと思われる。特に本報告で主に取り扱った当地における低標高地、標高 650 m 前後までの傾斜の緩い沢部では、若干標高が上がるにつれ幹の形状は悪くなるが充分期待できる林分になりうると思われ、また標高 500 m までの斜面でも地位が中程度の林分になりうるが、斜面上部は全般的に地位が著しく低下し生育が難しいと思われる。さらに高標高での地形差による生育の違いについては詳細な結果は得られていないが、かなり生長が遅れることが予想され、今後の調査結果によっては施業単位の縮小、天然林施業への切り替えなど思い切った施業方針の変換も必要となろう。特に大面積造林地では前述したように動物害、気象害あるいは今後病虫害の拡大が危惧される。林地保全の重視、造林経費を軽減する意味からも、当地に多く存在

する有用広葉樹種との混交林造成は今後の木材需要を考えると充分検討に値する。

引用文献

- 1) 四手井綱英：次の世紀の日本林業への憂慮。林業技術。460：40～41，1980
- 2) 京都大学農学部附属演習林：演習林概要。53～86，1928
- 3) 京都大学農学部附属演習林：演習林概要。1～6，1957
- 4) 京都大学農学部附属演習林：演習林概要。3～5，1985
- 5) 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
- 6) 京都大学農学部附属演習林：京都大学演習林の現況 昭和27年。1952
- 7) 京都大学農学部附属演習林：施業年報 昭和2年～59年。1927～1984
- 8) 京都大学芦生演習林：施業実行簿 昭和2年～59年。1927～1984
- 9) 京都大学芦生演習林：造林台帳 大正13年～昭和59年。1924～1984
- 10) 京都大学芦生演習林：伐採台帳 大正10年～昭和59年。1921～1984
- 11) 京都大学芦生演習林：林道台帳 大正15年～昭和59年。1926～1984
- 12) 京都大学芦生演習林：苗木養成簿 昭和3年～59年。1928～1984
- 13) 柴田信男：杉天然下種試験 第一報 杉稚樹の消失現象に就て。日林誌。14(8)：610～624，1932
- 14) 大阪営林局：天然生スギの系統究明と優良品種選抜に関する調査報告。1～96，1965
- 15) 中江篤記・鬼石長作：スギ精英樹増殖に関する研究（第Ⅰ報） 老令木さし木のホルモン処理及び尿素葉面撒布の効果について。日林関西支講。6：73～75，1956
- 16) 中江篤記・鬼石長作・鈴鹿徳次郎：スギ挿木に関する研究（第Ⅰ報） 天然生伏条稚樹よりとったさし穂の発根性について。日林関西支講。5：40～41，1955
- 17) 四手井綱英・小笠原健二・中江篤記：スギ山地直さしに関する研究。日林誌。40(5)：224～227，1958
- 18) 佐々木功・鬼石長作・登尾二郎：クマによる林木の被害。林業技術。229：30～33，1961
- 19) 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
- 20) 「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
- 21) 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蓄積の標高、地形の違いによる変化——。京大演報。56：67～80，1984
- 22) 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Ⅰ報）。京大演報。27：1～19，1958
- 23) 京都大学農学部附属演習林：演習林気象報告。9：27～39，1981
- 24) 京都大学農学部附属演習林：演習林気象報告。5：25～44，1962
- 25) 大隅真一：林木の直径分布について。京府大集報。5：9～18，1961
- 26) 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
- 27) 小川房人：樹高・胸高直径関係による林型区分の試み。JIBP-PT-F. 43：3～17，1969
- 28) 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（Ⅰ）試験区設定時の林況。京大演報。51：46～57，1979
- 29) 中山博一：林木材積測定学。金原出版。195，1957
- 30) 玉井重信・四手井綱英：小径木間伐に関する研究（Ⅳ）第1回間伐4年後の林況の変化について。京大演報。42：163～173，1971
- 31) 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
- 32) 京都府農林部林務課：スギ林分密度管理図の使い方。1～6，1981
- 33) 和田茂彦：樹高測定誤差に関する実証的研究（Ⅰ）樹高曲線の誤差およびそれが林分材積推定に及ぼす影響について。京大演報。45：99～119，1973
- 34) 林野庁計画課：立木幹材積表——西日本編——。日本林業調査会。84～93，1970
- 35) 林野庁：国有林野営規程の運用について。林野小六法。617～626，1984
- 36) 安藤貴・蜂屋欣二・土井恭次・片岡寛純・加藤善忠・坂口勝美：スギ林の保育形式に関する研究。林試研報。209：1～76，1968
- 37) 四手井綱英：森林生態研究ノートから。林業技術。307：23～24，1967
- 38) 渡辺弘之・登尾二郎・二村一男・和田茂彦：芦生演習林のツキノワグマとくにスギに与える被害について。京大演報。41：1～25，1970
- 39) 豊島重造・成田昭二：スギ造林地の熊による被害実態調査。新大演報。15：83～91，1982

- 40) 山本俊明・酒井徹朗・吉村健次郎・和田茂彦：芦生演習林スギ造林地における雪起しの効果について，京大演報，51：96～109，1979

Resúme

49 permanent study plots were set in planted Sugi (*Cryptomeria japonica*) forest in Kyoto University Forest of Ashiu to investigate the growth of trees in relation to altitude and topographical factors. The following results were obtained at the setting of plots.

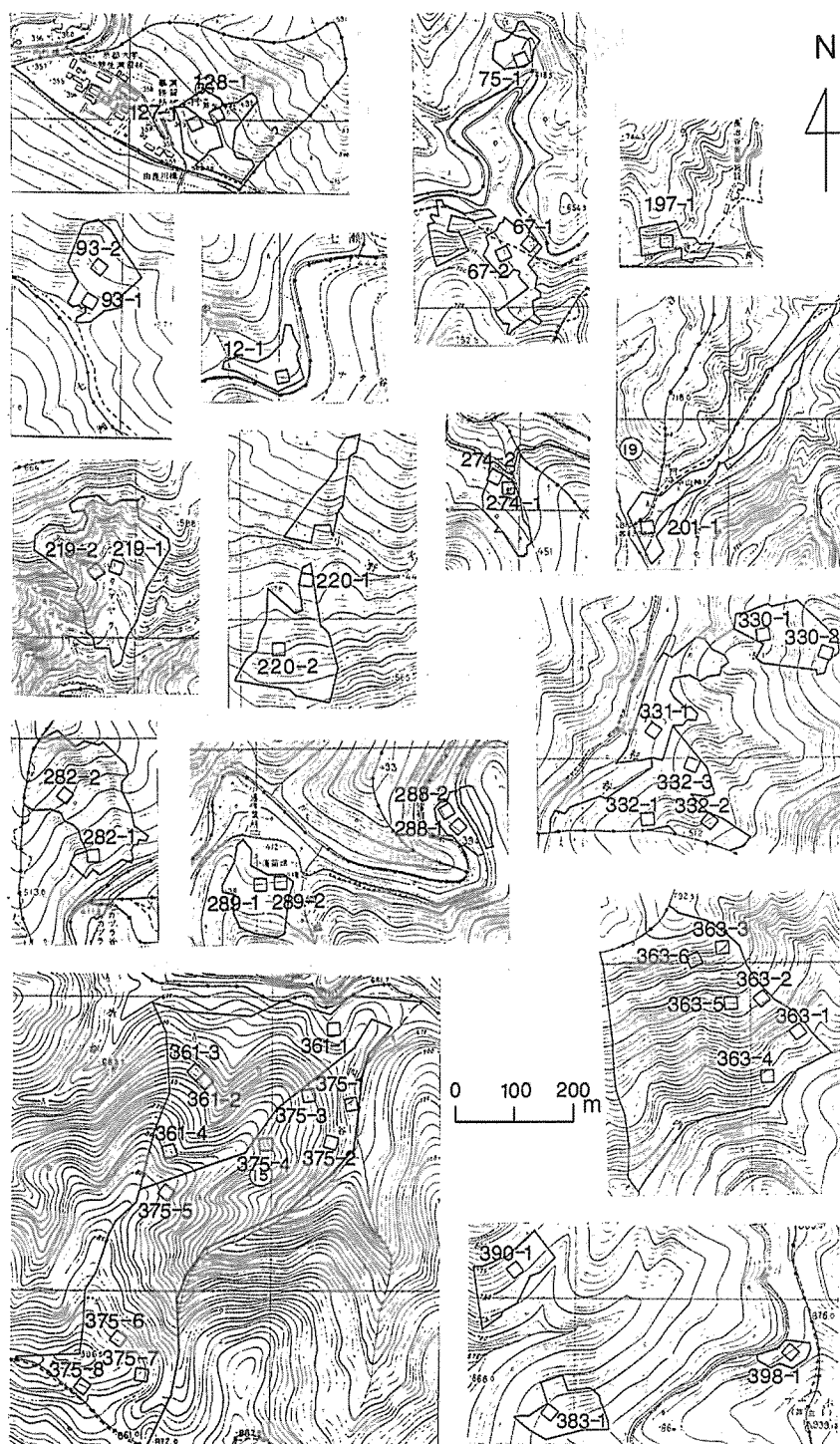
1) The frequency distribution of DBH class of plots changes with the age of plantation. The DBH distribution is L type in the early stage of development of the stand and becomes normal in the stand of about 20 years old. Then the mode leans gradually left and the range of DBH becomes wide with the stand age. The change of distribution types on valley is faster than that on slope and ridge.

2) The relation between DBH and height of tree changes with the age of stand. The gradient of the curve is sharp in 10–30 cm DBH class, however becomes gentle gradually and indicates at 45 degree in over DBH 30 cm class on both logarithmic graph. The ratio of H/D is smaller on slope and ridge than that on valley and decreases with the altitude.

3) The growth of stands is better on valley than that on slope generally. But on ridge or higher area in altitude the growth of stand is worse.

4) Thinning is needed within a few years for the stands of 20 years and older to protect trees from damage by snow, wind, disease and insect attack.

5) The bark gnawing by japanese black bear (*Selenarctos thibetanus japonicus* Schlegel) extends to Sugi pole stands which have been planted widely in the period of expansive afforestation. It is necessary to devise a concrete method to protect trees from barking damage by bear.



Data 1 Position of investigating plots