東北地方のクヌギ林の実態と2,3の考察

柳谷新一(1)
安ケ平精三(2)
木村武松(3)

Ⅰ．緒　　言

東北地方の近年における山林経営の方向とその取扱いを見ると，針葉樹類による用材林経営を主体とした取扱いが強く打ちだされているせいか，従来の薪炭林野の取扱いは，その実態とは裏腹に非常に軽視されている傾向がある。

そこで，本題にはいる前に東北地方の薪炭林野の実態とその利用状況について若干展望してみたい。1964年の林業統計資料[4]によると，東北地方の林地面積4,337千町のうち，およそ7割までが広葉樹で占められ，その所有別では国有林47.5%，民有林52.5%を占める。これら広葉樹の主体は，国有林に所属する亜高山地帯のブナ，その他広葉樹の天然生用材林と国，民有の一般薪炭林であって，民有林についてはそのほとんどが薪炭林であるとみてよい。この広大な薪炭林は，特に農家にとって，農閑期労働力燃焼の場として，また副収入源として重要な意義をもってきた。この事実は，当地方の木炭生産の面からもうかがうことができ，その生産量についてみると，1957年まで年間50万t（トン）と全国生産量の23%にあたる量を生産しており，1963年ではその生産量が減少したとはいうものの，減少傾向は全国のそれよりかなり緩やかであり，しかも全国生産量の中で占める割合では，過去の23%台から近年は28%台とむしろその割合が大きくなってきていることを見ても明らかであろう。

一方，当地方の近年における山林経営の方向と現存薪炭林野との関係についてみると，近時の木材需要構造の変化，用材価格の上昇，搬出路の整備拡大，造林に対する政府の補助，助成措置等の影響を受けて，ようやく用材林経営の機運が活発化してきた。ところが，現状における民有林の林種転換すなわち人工林の拡大には，次のような事情から限度のあることが考えられ，急速の進展を望むことはいささか無理ではなかろうか。すなわち，1）林業収入を造林投資にふりむけられるような条件にないかぎり，それほど急激には進展し得ない情勢にあること，2）今後林種転換が進展しても，その対象となる薪炭林野は，過去において自然的立地条件が比較的良いところが用材林として転化され，それに適しない場所が薪炭林として経営されている場合が多いこと，3）林種転換可能地であっても，各所有者自身は，その林地の生産量の多少とは別に地方的な環境や生活様式から，その最少限は今後とも薪炭林として残存する傾向があることなどの事情から，当地方では今後ともなお相当の面積が薪炭林として残存されることが予想される。特に林種転換を推進する面からは，現存薪炭林野の活用をとおして当面の林業所得を高めていくこと

（1）東北支場経営部経営第1研究室
（2）東北支場経営部経営第2研究室
（3）前東北支場経営部長兼経営第2研究室長

が要請され，いきおい近い将来の林業所得を高める道は，この広大な薪炭林をいかに活用するかにかかっているといっても過言でなく，その意味では現存薪炭林野のほとんどは，当面人工林化を発展させる過程の中間収入源林分としてもその果たす役割が大きいといえよう。

以上のように，当地方の薪炭林は，歴史的に農家との結びつきが強く，しかも今後とも農家経済にとって，薪炭林経営は重要なウエイトを占めることから，山村農家にとっては決して軽視できない存在の林分である。したがって当地方における今後の薪炭林野の取扱いについては，その資源確保，生産量の増大，広葉樹の用材利用の面からもいっそう改善を加えなければならず，薪炭林といわれる山林をさらに人工林化し，価値高き木材の生産を考えていくべきは当然であろう。

さて，本題にもどるが，クヌギは萌芽力がすこぶる旺盛で，しかも材が非常に堅いことから，従来薪炭材としては落葉広葉樹のなかで最も優秀な樹種とされていた。しかし，このクヌギは元来温帯南部以南の樹種であることから，その造成も天然分布地域以南では比較的容易であっても，それ以北では造成の歴史も新しく，その造林も必ずしも容易でなかった。

東北地方でこのクヌギを本格的に造林しはじめたのは，大体大正中期ころからであるが，その植栽の中心的な地域はやはり温帯南部地方であった。したがって，当地方の既往のまとまった面積のクヌギ造林地は，福島県の伊達，安達，相馬郡，宮城県および岩手県（その宮城県隣接地方）の比較的温暖で，しかも積雪量の少ない表日本側の海岸寄りの地方に多く存在する。このクヌギの導入，増殖のきっかけをみると，福島県においてはそのほとんどが養蚕と結びついているが，それは蚕室暖房用の良質木炭の生産を目ざしていたからであろうし，また宮城，岩手県の例では，それほど養蚕との結合は強くないが，やはり薪炭林の改良用樹種として意識して取り扱われてきたことは明らかである。

このように，一部の先進林業家によって導入されたクヌギは，その後秋田県を除いては各県とも面積的に増加を示し，1955年までは東北地方において年間約1,500～2,000haの造林がなされた[4]。もっとも1956年以降は，燃料消費構造の変化にともなう薪炭需要の減少から，その造林面積も縮少し，近年（1960～1962年）は年間400ha内外に低下してきてはいるが，すでに当地方に数万haのクヌギ造林地が存在することは事実である。この造林面積の80%までが民有林であり，しかも福島県がそのなかばを占め，これについで宮城・岩手・青森・山形県の順となる。

これら所有者の現状におけるクヌギ林の取扱いについてみると，一部には既往のクヌギ林分を針葉樹類に転換を計っているものも見うけられるが，その大多数は近時の林種転換の風潮下においても，なおクヌギ林分は林種転換地外として残存している傾向が強く，所有者によっては安定した収穫を持続していることから，あくまでもクヌギ萌芽林経営を目ざすものや，さらには針葉樹の人工林化発展の中間的収入源林分として重要視している所有者もある事実は見のがせない。

このクヌギについての既往の研究文献についてみると，温帯南部以南は別として，以北では造成の歴史も比較的新しく，また量的にもそれほど多くなかったことから，これに関する調査資料にも乏しく，せいぜい明永[1]，木村・柳谷[6]，福島県[3]等があるにすぎない状態であった。そこで筆者らは，旧青森支場および東北支場において1954年「薪炭林の樹種」，1958年「岩手県南地方のクヌギ林の構造と成長」の研究項目をもってこのクヌギを取りあげ，以後東北地方のうちでも特に表日本側の宮城，岩手，青森の3県下について，その実態と造成方法，成長関係等を明らかにするため，試験・調査を行なってきた。

本報文は，これら試験，調査で得られたこれまでの資料から，特に，1）分布等の地理的なもの，2）実

際の実行面を考慮しての養苗，山地における植栽，台切り等の技術的なもの，3）現実林分の実態と成長関係，4）特に萠芽林分の構造，樹皮成長，樹幹形状等の測樹関係を主体に取りまとめたものである。しかし，これらの事項は研究継続中のものであることから，遺憾ながらなかには断片的な中間考察におわらざるを得なかったものもある。

なお，この調査，試験を企画したのは筆者の1人木村武松であり，木村は退官の1960年まで本調査，試験の実行にも参加した。その後筆者の1人柳谷が継続し，本取りまとめを行なったものである。

最後に本取りまとめの調査，試験の実行に際し，種々ご便宜下さった関係営林署の各位ならびにクヌギ林所有者に対し深く感謝の意を表するものである。

Ⅱ．東北地方（主として天然分布地域以北）における分布と植栽沿革

クヌギ（*Quercus acutissima* CARR.）は地方によりクニキ，ドングリ，カタギともいわれ，東北地方では特にクノギ，カシ，カシラギ，ナラカシラギ等ともいわれている。ブナ科のカシ属に属するが，そのうちアカガシ，シラカシ，アラカシ等のカシの種類が常緑なのに対し*，これはコナラ，ミズナラ，カシワ，アベマキ等のナラの種類とともに落葉性である。

このクヌギの天然分布をみると，東北地方のうち，青森営林局管内（青森，岩手，宮城の3県下）では宮城県の諸所にあって，岩手県では大体その中部（ただし内陸奥地でなく比較的海岸寄り）までおよんでいる。従来の定説として，その北限は太平洋沿岸では岩手県釜石市大字甲子，また日本海沿岸では秋田県男鹿市船川付近となっていた（「林業新知識」第2号，1953年）。ところが，筆者らの調査により，太平洋沿岸ではその天然生北限は，従来の定説であった上記釜石市大字甲子より約30km北の岩手県下閉伊郡山田町大字豊間根字繁に及んでいることがわかった（詳細は後出）。さらに10kmぐらい北方の宮古市大字津軽石字赤前にあるものも現地では天然生と称しているが，多少疑問がある。なお内陸では，緯度的にはさらに北約6kmにあたる岩手県紫波郡紫波町（志和稲荷神社の隣接地）および同郡矢巾村大字赤林にあるものも天然生と称しているが，これにも疑問がある。しかしその天然，人工の起源はともかく，この最後のものは現在は自然に実生により繁殖し，天然林状を呈している。このほか盛岡市周辺にも人工か天然か不明の木が諸所に見うけられる。また，日本海沿岸における天然生北限を秋田県男鹿市船川とする定説にも大いに疑問があり，現地営林署へ照会の結果，船川を含む男鹿半島のものは植栽林らしいとのことで，これが本当とすれば，この北限はさらに南下させなければならないことになろう。

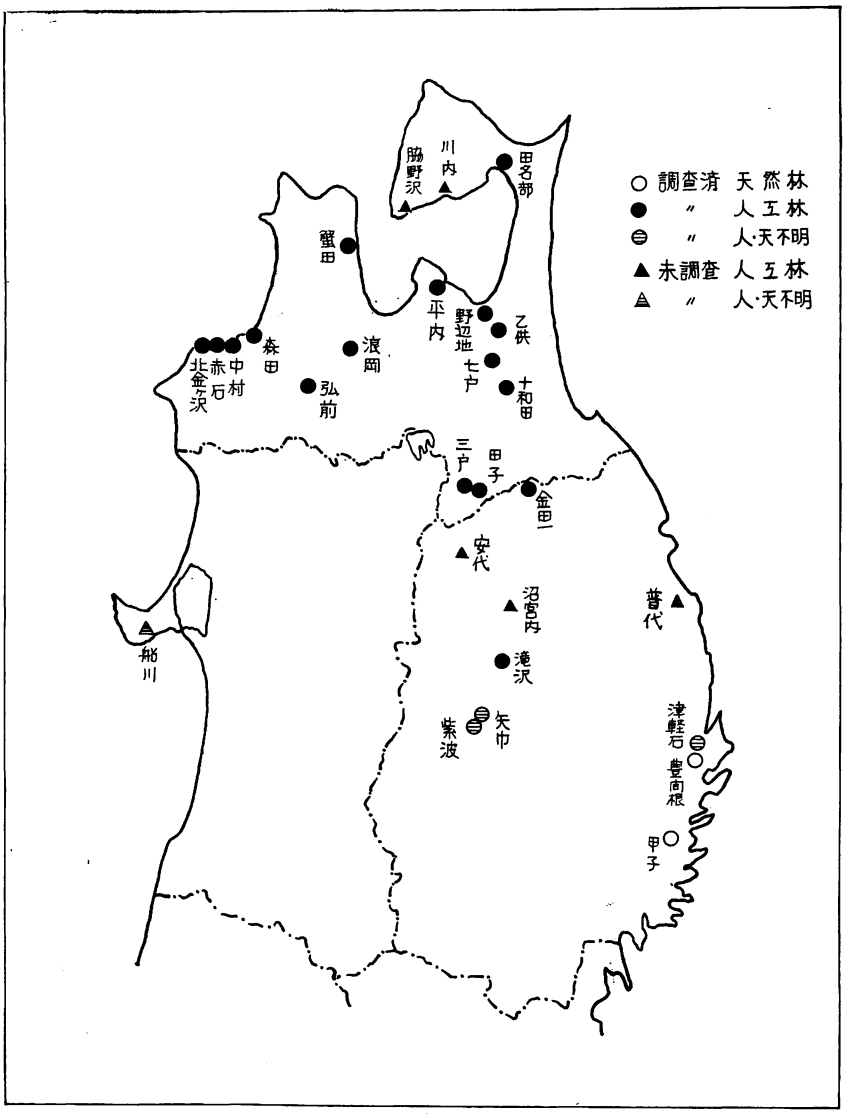
さて，天然分布地域以北の地で，各営林署への照会，その他の資料により明らかにした本種の分布は第1表および第1図のとおりである。もっとも，これらの植栽地は，1956年までに判明した分であって，その資料は主として各営林署への照会にもとづくものであるため，特に民有のものについてはかなり報告もれのものがあると思われる。また，1956年以降において，岩手県北部や青森県内の国，民有林で本種の新植したところが知られていることなどから，実際の植栽地はこのほか各地に点々あることと思う。

第1表にかかげた植栽地については，筆者らが1954年から56年にかけて大部分を実地踏査した。ここにこれら植栽地について第1表に記載した以外の参考事項を簡単に記しておく。

植栽地番号1：平内町から内童子に通ずる道路縁の1か所に大小4本が生育しているが，他に近年伐採

---

* 学者によっては，これらのカシ類を *Cyclobalanopsis* という別属としてあっかう人もある。



第1図　天然分布地域以北におけるクヌギの分布図

した萌芽発生株が数本ある。生育地は平坦地，土壌は粘土質，水分が多い。所有者はカシと呼んでいる。

2：20年前に伐採したものからの萌芽孤立木，生育地は山間部の水田傍，多湿。

3：屋敷回りに数本植栽したが，大ていは枯死，残存しているものは伐採後の萌芽木，シラカシといっている。

4：屋敷回りに植栽，50cm以上の伐採株が数本ある。年輪数60年を数える（写真19参照）。

5：屋敷回りに植栽，苗木は弘前市山田野から導入の由，山田カシといっている。

6：現在は1本だけ残存しているが，過去において大径木を数本伐採した由。

7：神社の境内続きの1団地に生育，実生樹が多数発生しているが，多くは伐られ，その株から萌芽発生しているものが多い。平坦地（写真17参照）。

第１表　天然分布地域以北のクヌギ植栽地一覧表

植栽地番号	場所	官民別	管轄営林署	海抜高 m	面積または本数	樹齢 年	胸高直径 cm	樹高 m	調査年	天然・人工別
	○青　森　県									
1	東津軽郡平内町大字内童子	民	青　森	50	4本	6～38	4～30	5～15	1955	人
2	〃　蟹田町大字小国字谷田	〃	蟹　田	20	1	20	15	9	1956	〃
3	西津軽郡深浦町大字北金ケ沢	〃	鰺ケ沢	150	1	30～40	32	11	〃	〃
4	〃　鰺ケ沢町大字深谷字細ケ平	〃	〃	130	2	推定80	26～62	18～20	〃	〃
5	〃　〃　大字中	〃	〃	30	2	〃70～80	42～52	18～22	〃	〃
6	〃　森田村大字森田字月見野	〃	〃	10	1	〃 100	58	21	〃	〃
7	〃　森田村（久須志神社）	〃	〃	20	15	〃 90～120	46～56	15～18	〃	〃
8	弘前市大字常盤坂	〃	弘　前	70	7	10～120	10～90	5～20	1955	〃
9	南津軽郡浪岡町大字板橋	〃	黒　石	100	18	27	11～30	8～14	〃	〃
10	〃　〃　大字藤株	〃	〃	120	29	30	6～31	6～15	〃	〃
11	むつ市大字田名部字関根	〃	むつ	20	1	65	42	16	〃	〃
12	〃　〃　字奥内	官	〃	130～140	3 ha 1,500	27	4～20	6～14	〃	〃
13	上北郡甲地村大字横沢	〃	野辺地	100	7　142	39	6～22	8～18	〃	〃
14	〃　〃　大字乙供	〃	乙　供	20～60	4　－	29	平均12	7	〃	〃
15	〃　七戸町大字長久保	民	〃	180～200	1.5　－	2	2～4	2～4	1954	〃
16	〃　〃　大字重佐森	〃	〃	40	2　－	6	4～6	5～6	〃	〃
17	十和田市大字切田字豊川	〃	三本木	100	0.2　400	20	18	22	〃	〃
18	三戸郡猿辺村大字貝守	官	三　戸	340	0.5　119	20	1～8	1～8	〃	〃
19	〃　田子町大字田子字池振	民	〃	140～160	1,500	8	8	8	〃	〃
	○岩　手　県									
20	二戸郡金田一村大字湯田	民	岩　手	160	2	150～200	81～83	20	〃	〃
21	〃　安代町大字浅沢字山岸	〃	新　町	300	0.03　40	20～38	6～24	10～15	未調査	〃
22	〃　〃　〃　字中佐井	〃	〃	300	1	60	42	20	〃	〃
23	九戸郡普代村大字中村	〃	久　慈	60	0.1　－	32	4～16	4～16	〃	〃
24	〃　〃　地内	〃	〃	160	0.3　250	4	4～6	4～6	〃	〃
25	岩手郡岩手町大字小抱字久保	〃	岩　手	250	0.1　10	32	24～48	17	〃	〃
26	〃　玉山村大字一本木	官	盛　岡	270	9	43	6～18	7～16	〃	〃
27	〃　滝沢村（岩大演習林内）	〃	〃	220	0.5　71	推定120	38～79	18～22	1954	〃
28	〃　〃　（林木育種場周辺）	〃	〃	220～240	46.2	37～40	3～22	5～19	〃	〃
29	紫波郡紫波町字升沢	民	〃	300	0.1　100	20～58	20～46	18～26	〃	不明
30	〃　矢巾村字赤林	〃	〃	110	0.15　58	30～50	10～34	9～23	〃	〃
31	宮古市大字津軽石字赤前	〃	宮　古	60	0.2　40	2～40	2～32	4～18	〃	〃
32	下閉伊郡山田町大字豊間根字繋	〃	〃	40	20	35	30	18	1955	天然
33	釜石市大字甲子字小川	〃	大　槌	100	1　100	20	16	12	1954	〃

8：植栽地は3か所に散在するが，いずれも旧清水村に属する。うち1か所の2本は昭和19年に伐採したものからの萠芽木。常盤坂は，旧藩時代お茶屋という遊園地であり，岩木山の眺望には当地方随一の場所であることから，当時の藩主津軽公の植栽したものとされている。古老の言によれば，戦前までは30～60cmくらいの大木が20本くらいあった由。現在土地の人はシロカシといっている。丘地。

9・10：2か所とも山地に植栽され，群生している。うち9の地床は芝草，10は天然生アカマツ，カシワと混交，隣接地はアカマツ天然壮齢林。植栽地はいずれも西向の極緩斜地。

11：屋敷内の孤立木

12：昭和2年に植栽したが，成績不良のため，その後アカマツを補植している。ササ生地，西～北向の緩斜地。

13：植栽面積は7haにおよぶが，ケヤキ，キハダ等と混植されている。現在の林況は，アカマツ，クリ，ナラ類等の天然木と混交している。西～北向の緩斜地。

14：大正15年にアカマツ0.9，クヌギ0.1の割合で植栽，現在は天然生広葉樹に圧せられて生育不良，北東向の緩斜地。

15，16：2か所とも完全なる萠芽林分，ほかに林齢25年の植栽放置林分がある。いずれも南向の平坦ないし極緩斜地。所有者の言では，萠芽木の成長は1年あたり胸高直径1cm，樹高1mは期待できるという。

17：萠芽林分。アカマツ，クリの天然木が若干混生。苗木は埼玉県産の種子で養成した由。平坦地。

18：海抜340mの峯筋，本箇所はナラの密生箇所で，クヌギは被圧，側圧により成長が著しく阻害され，枯死木が多数生じている。

19：萠芽林分。植栽地は人家近くの平坦地（畑地）。植栽木は15年目で伐採し，萠芽木は10年ごとに伐採する由。植栽本数はhaあたり3,000～4,000本見当。

20：丘の上の神社境内。風あたりが強く2本とも梢頭部が折損。

21・22：未調査。営林署の報告によると，21の植栽地は，植栽後20年目で伐採したものからの萠芽木と植栽放置木とに分かれる。22は孤立木。

23・24：未調査。報告によると，23の植栽箇所は以前畑地として耕作してあった。現実林分は耕作した畝を利用した直播造林によるもの。南東向の沢沿いの緩斜地。24の植栽地は丘陵地の東向緩斜地。植栽年度は大正15年であるが，現在林分は昭和25年に伐採した萠芽林分。萠芽木の成績は，天然生のナラ，クリ，その他広葉樹の成長より一段と優勢であることが特筆される。このほか，神社境内に植栽木で推定樹齢200年，胸高直径60cmのもの1本（九戸郡普代村黒崎）と樹齢不明，胸高直径50cmのもの1本（九戸郡長内町小久慈）がある由。

25・26：未調査。

27：岩手大学滝沢演習林内の1団地に生育，平坦地。

28：営林署の造林台帳によると，明治43年に面積46.16haにわたり，カシワとクヌギを植栽した記録がある。しかし，現在林分では樹齢41年以上のものが見あたらない。平坦ないし極緩斜地。

29：人工林か天然林か不明である。現在林分はクヌギを主体としたコナラ，クリの混交林である。南東向の中斜。所有者は天然林といっている（志和稲荷神社の裏手）。

30：人工林か天然林か不明である。生育地は水田，畑地に囲まれた平坦な1団地。林縁部には実生稚樹

が多数発生している。所有者の言によれば天然生。昔この辺一体はクヌギ林で，地名赤林の名はクヌギの紅葉から由来するという（写真18参照）。

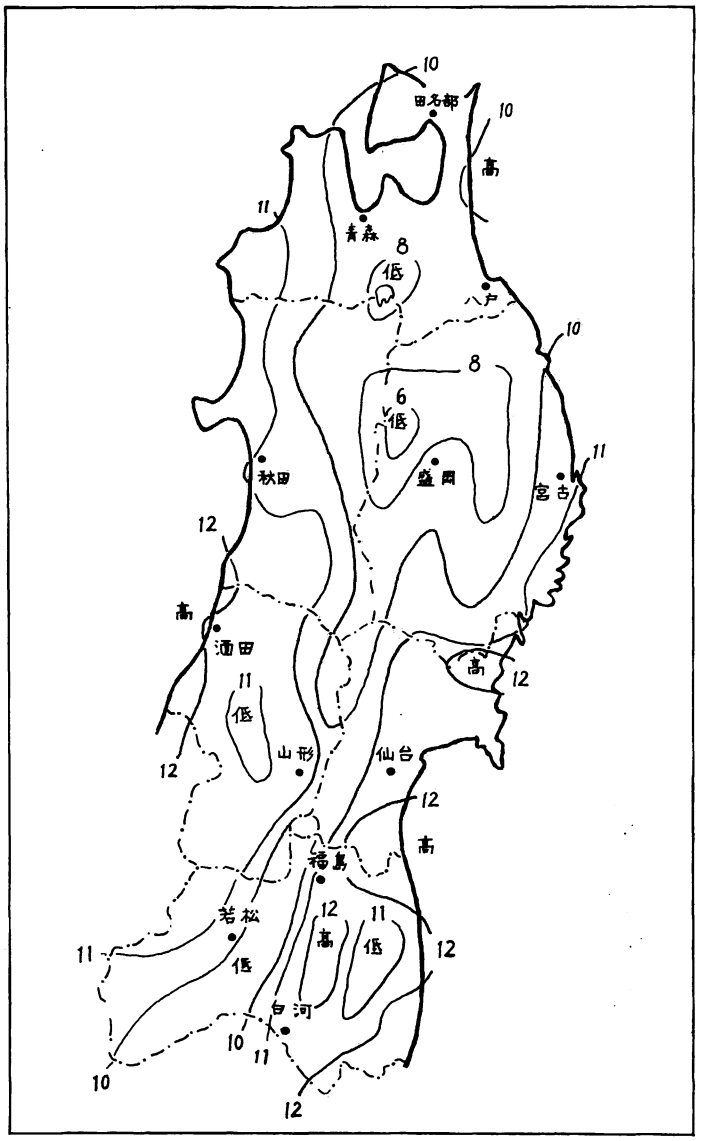
31：人工林か天然林か不明である。本箇所は南向の平坦地で，クヌギ，コナラ，ミズナラを主とする一斉林である。林内にはモミ約10本が点生し生育良好である。所有者は天然生といっている。

32：天然林と思われる。生育箇所は，31の林分より南約10kmにあたり，クヌギは河原から50mの高さで南面の山麓一帯に分布する。実生および萌芽木が多く，年齢もさまざま。大径木で残存しているものは20本くらいであるが，2～3年前までは100本近くあった由。特に本地域は局所的に温暖な箇所でもある。なお本箇所を天然林と判定した理由としては，以上のような気候，土性，地形等の環境要素と林木の更新状態等を総合して判定した。

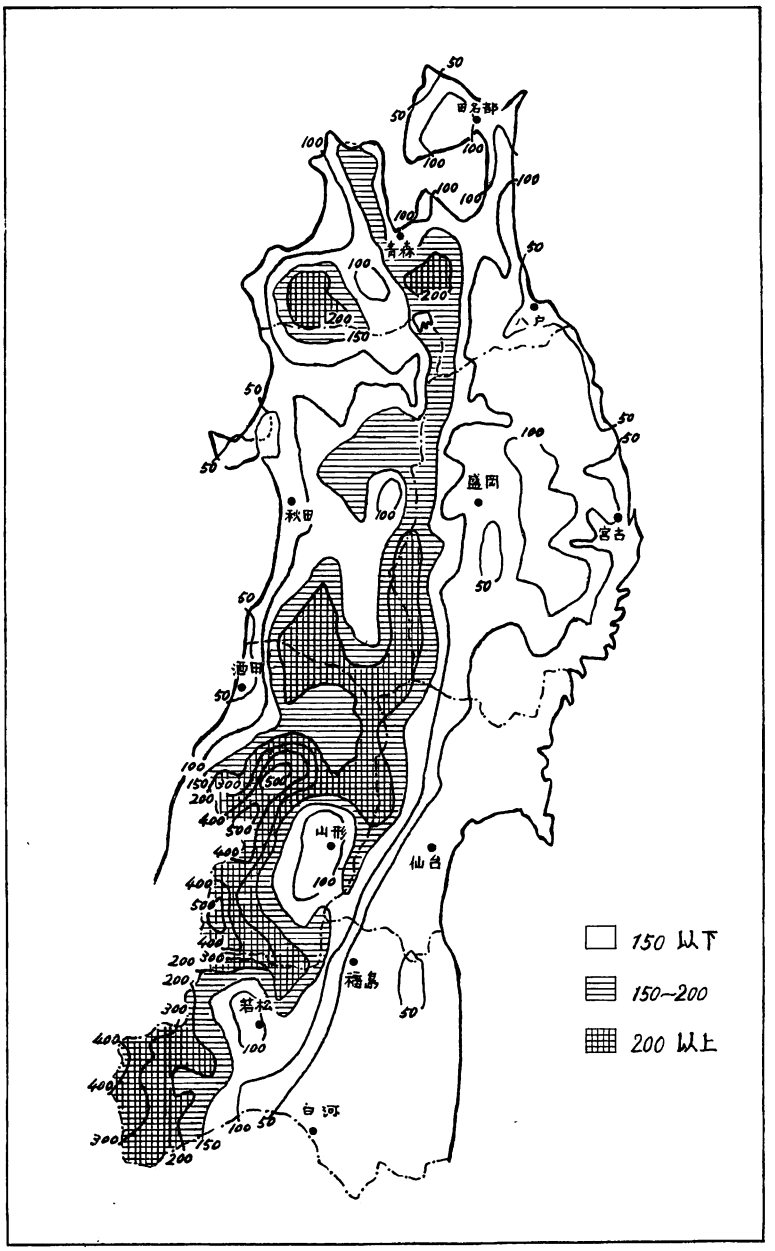
33：天然林（従来の定説としての北限）調査林分は林齢20年のコナラ，クリ，クヌギの混交林，南西向の中斜。付近の林分には所々にクヌギが混生している（写真16参照）。

植物の分布に重要な影響をおよぼす諸要素は，普通，気候的要素，土地的要素，生物的要素の3つの環境要素に分類される[21]。ここでは，これらの環境要素のうち，参考までに植栽地の気候的要素，特にクヌギ栽培に比較的関係が深いと思われる平均気温と積雪量[26]を第2，3図としてかかげた。これによると，東北地方の天然分布地域以北における人工林のほとんどが，平均気温10°C前後，積雪量では最深積雪深150cm以下の地域であることがわかる。

天然分布地域以北（主として青森県）におけるこれらクヌギの植えられた当初の目的は明らかでないものが多いが，これまでの調査からは大体つ



第2図　全年平均気温図　単位：°C



第3図　最深積雪の分布図　　単位：cm

ぎのようなものをあげることができる。

1. 神社などの献木，境内植込み
1. 庭園樹
1. 農用林等（下駄歯，膾腕，椎茸榾木，農具の木部等）
1. 薪炭林用

最も古く太いものは神社の献木にみられ，直径80～90cm，推定樹齢約150～200年に達するものがあ

る。薪炭林用としては，青森県上北郡七戸町の盛田達三氏所有のもの，十和田，三戸地方のものなどを推定しうるが，明確に薪炭用と意識してない農民も案外多い。御料林時代に田名部や野辺地に植えられ，現在国有林となっているものも明確に薪炭林を目ざしたものではなく，ケヤキその他と混植されている。

以上は用途にもとづくクヌギ林の概略の分類であるが，実際上はこのうちのいくつかをかねたものが多く，また漫然と珍らしいから植えたものも多いと思われる。したがって，この青森県，岩手県北部においては一斉林型のもの，ことに萠芽林で順調な成長をしているまとまった面積のクヌギ林は少ない。

Ⅲ．東北地方の北部における養苗の成績

イ）播　種　試　験

クヌギは直根性であることから，主根は長大で，支根やヒゲ根の発生が比較的少ない樹種である。クヌギ養苗の床地は，普通，畑地における平床，上床式，または田地における平床，上床式等がある。

筆者らの養苗試験は，このうち最も作業の簡単な畑地における平床式を採用して，1950年から1956年まで7年にわたって，新城苗畑（青森営林署管内）において積雪，寒冷地における植栽用苗木の養成方法について実験を行なった。

その養苗では，播種期を毎年4月中～下旬として，床は幅1mの普通播種床を用いた。種子は，青森営林局管内の気仙沼，中新田，白石の各営林署（いずれも宮城県）管内産のものを砂中埋蔵で冬越し，1m²あたり100粒（10×10粒）を限度として，案内棒で土中 3～4cm の深さに1粒播きとした。なお，播種床の施肥量は，おおむね 1m² あたり堆肥 1.5～1.8g，N 15～20g，P_2O_5 10～15g，K_2O 7～10g，CaO 20～30g を基準とした[2)]。薬剤散布は 発芽後の6月から10月まで，月1～2回ボルドー液を 散布した。

播種後の調査は，原則的には第1回目の調査を播種後2か月目，その後は1か月ごとにし，調査事項は主として苗高測定（0.5cm単位）である。取りまとめにあたっては，伸長量のほか各調査時点までの発芽率（$\frac{\text{発生本数}}{\text{播種粒数}}\times 100$）および枯損率（$\frac{\text{枯死本数}}{\text{発生本数}}\times 100$）を算出した。

過去7回にわたる播種当年の養苗成績は第2表のとおりである。これによると，発芽率については各年とも播種後の日数経過につれて漸次上昇し，その値は累積で播種後2か月目で大約47～61%，3か月目で72～76%，4か月目で72～84%，そして播種後5か月経過して73～86% となる。このことは種子の発芽不ぞろい，すなわち同時に播種した種子でも，その各種子の発芽までの日数には大部差があることを示すもので，その遅速の原因としては，主として種子そのものの健全度の違いや，播種時の覆土の厚さの違い（案内棒で土中 3～4cm の深さを目標に播種したが，実際にはそれ以上深播きされたものもある）等があげられると思う。このため，極端に遅いものは播種後5か月を過ぎてから発生するものもあるが，全般的には播種後4か月目で発芽率はほぼ安定するようである。もっとも発芽のみについては，完全な貯蔵による健全種子であれば，ほぼ100% の発芽を期待できるもののようである（一般にナラシギゾウムシの幼虫が寄生している種子が多く見うけられた）。

成長については，播種後6か月目の10月まで伸びていることが認められるが，9月以降の伸び方は緩慢である。各年の最終調査の平均苗高についてみると，1951，1953年の両年を除いては，ほぼ21～24cmとなっている。枯損率は，最終調査時までの総発生本数に対する期間中の総枯死本数の比率をもって表わしたが，ほぼ0.3～2.8% の範囲にあり，しかもこれら枯損木の 大半は発芽の遅かった 苗木に見うけられ

第2表　クヌギ，ナラ類の播

樹種	播種粒数	播種年月日	調査期 6月				発芽率	平均苗高	調査期 7月			発芽率	平均苗高	調査 8	
	(粒)	(西歴)	10日	15日	20日	30日	(%)	(cm)	9日	16日	21日	(%)	(cm)	17日	19日
クヌギ	340	1950. 4.20			○		48.2	8.1			○	76.2	14.6		○
	910	51. 5.16		○			53.5	9.3		○		72.1	17.9	○	
	640	53. 4.28													
	540	54. 4.17				○	61.3	10.9							
	330	54. 4.23	○				47.3	4.6	○			74.5	9.2		●
	3,100	55. 4.15													
	2,115	56. 4.24													
カシワ	462	50. 4.20			○		37.9	8.4			○	73.4	10.1		○
	915	51. 5.16		○			60.4	6.2		○		80.5	8.6	○	
ミズナラ	606	50. 4.20									○	17.0	7.7		○
	246	51. 5.16		○			25.2	4.3		○		50.8	5.9	○	
コナラ	830	50. 4.20									○	19.2	5.6		○

注：●はその年の最終調査時期を示す。本数枯損率は最終調査時までの累積で示す。発芽率は各調査時

た。

また，このクヌギと同時に播種したカシワ，ミズナラ，コナラの成績についてみると，これらのうちではカシワが他のものより発芽率，伸長量においてまさるが，枯死率については最も高い。ミズナラとコナラでは，両樹種の間に判然とした成績の相違は認めがたいが，ただ伸長量においてはミズナラの方が若干上回るようである。さらにこれらの樹種とクヌギを比較してみると，クヌギはこれらの樹種より発芽率，伸長量ともはるかに優秀であり，また枯損率も低いものであることがうかがわれる。

つぎに，各播種当年における生産苗木の苗高階別本数分布について吟味してみる。すなわち，春期に播種したものは，その年の秋期（成長停止期）には当年生苗として生産されるが，その苗木の苗高は，厳密には生産する年によっても異なるし，また同一生産年の苗木でもその個々の苗高は必ずしも同一のものばかりとは限らず，むしろ最低苗高から最高苗高まで相当の幅をもって分布している。そこで，これまでの各播種年ごとの生産苗木について，どのような苗高をもったものが，どのような本数割合で生産されたかを吟味してみるものである。

吟味の方法としては，種々考えられるが，渡辺[25]の発表によれば，苗畑で調べるもの（苗高，苗重，根径，床替床の苗間隔などの連続変量）には，正規分布に近い分布を示すものが多いとされていることから，ここでは簡便法として正規確率紙を用いて吟味してみることにした。

その方法は，その年の成長停止期に測定した各苗木について，苗高階（ここでは 1 cm 括約とした）ごとの累積本数頻度を計算し，その算出した苗高階ごとの累積頻度を正規確率紙のX軸を苗高，Y軸を累積頻度としてプロットする。この方法によると，正規分布に近い分布をするものほど高度の直線性が認められることになり，その図上で決定された直線値は概略の苗高階別の累積頻度とみなすことができ，さらにその直線値から各苗高階でもつ本数頻度も容易に算出されることになる。

さて，ここで吟味した資料は，苗高測定を8月で打ちきった1954年のクヌギと成長状態が異常と見な

種当年における成績

期	発芽率	平均苗高	調査期 9月		発芽率	平均苗高	調査期 10月				発芽率	平均苗高	調査期 11月	発芽率	平均苗高	本数枯損率
24日	(%)	(cm)	15日	21日	(%)	(cm)	14日	16日	25日	28日	(%)	(cm)	18日	(%)	(cm)	(%)
	83.5	21.4		●	85.9	22.9										0.3
	82.0	26.3	○		84.4	31.7		●			84.5	32.7				1.0
										●	75.8	15.0				不明
○	72.0	17.0					●				73.0	20.6				2.8
	81.5	12.8														1.5
													●	82.5	24.4	不明
									●		83.6	23.6				不明
	78.6	11.2		●	79.4	11.6										6.8
	86.7	10.4	○		87.2	11.3		●			87.5	11.8				3.6
	28.7	9.7		●	34.5	9.8										0.5
	59.8	9.3	○		61.8	10.3		●			61.8	10.9				2.6
	30.0	8.9		●	36.7	8.9										1.6

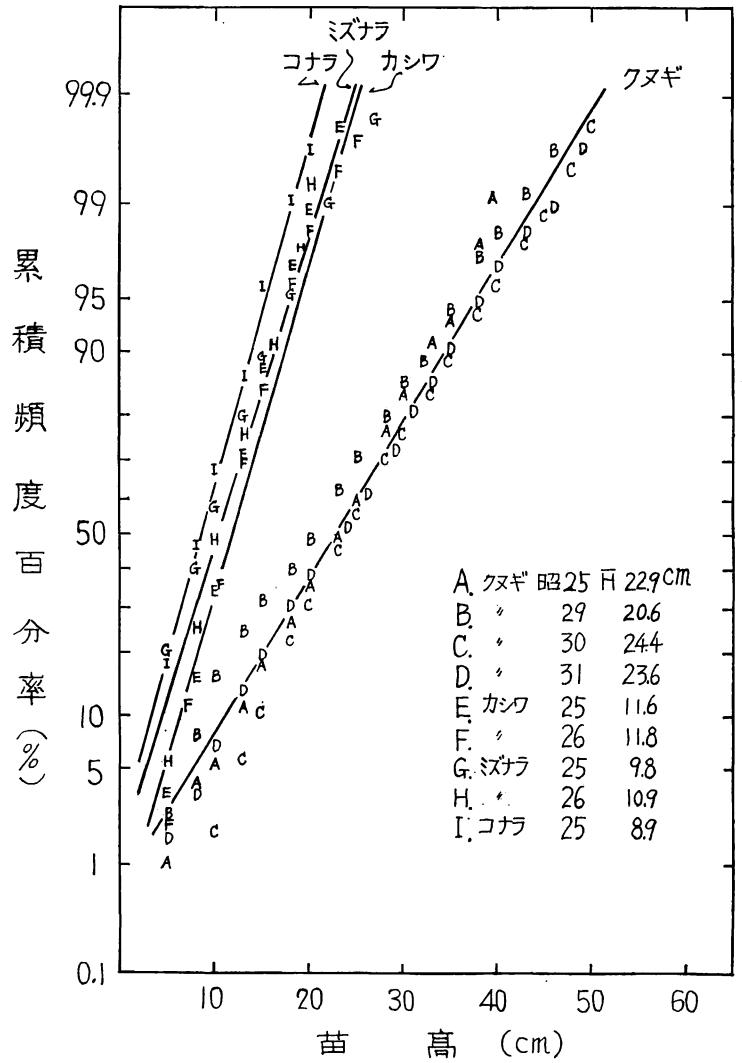
までの累積で示す。

される1951，1953年のクヌギを除く全樹種，すなわちクヌギ4年分，カシワ2年分，ミズナラ2年分，コナラ1年分の計9回分で，それぞれの樹種について播種年別に吟味した。

各樹種について，それぞれ前述の要領で作図したのが第4図である。作図にあたっては，便宜上苗高間隔を1cmごとにしないで5，8，10，13，15，18，20cmのようにとり，苗高5cm以上の累積頻度から最大99%台の累積頻度までについてプロットした。なおプロットした各樹種の苗高分布の幅は，A：1～42cm，B：3～47cm，C：6～58cm，D：2～62cm，E：1～25cm，F：2～26cm，G：2～26cm，H：4～21cm，I：1～21cmである。また，その分布状態はHのミズナラを除いては，各樹種の各年度のものとも最低苗高階または最高苗高階付近において若干の不連続性がみられる。これらによると，当然のことながら平均苗高の大きい樹種のものほど苗高階別本数分布の幅が広いことがうかがえるし，またそれとは別に各樹種の各年のものとも図上において，それぞれの高度の直線傾向が認められることから，各樹種の本数分布は，正規分布に近い分布をするものと見なされる。この結果，図上での決定直線の読取値がそのまま概略の累積頻度と見てさしつかえないであろうし，また各苗高階の頻度の差（上位苗高の頻度から下位苗高の頻度を減じたもの）はその苗高階間の本数頻度となる。

それでは，ここにクヌギ当年生苗の平均苗高が，1950，54，55，56年の4か年間の平均値をとって，かりに23cmが期待されるものとするならば，そのときの生産苗木の苗高別本数は，全生産本数に対して大体つぎの割合で生産されることになる。

苗高範囲	本数割合
5cm以下のもの	2.5%
6～10cmまでのもの	5.5
11～15　〃	12.0
16～20　〃	18.0



第4図　当年生苗の苗高階別本数の累積分布

21～25cmまでのもの	22.0%
26～30　〃	18.5
31～35　〃	12.5
36～40　〃	6.0
41～45　〃	2.5
46cm以上のもの	0.5

ロ）**床替試験**

播種当年に生産された苗木の取扱いとしては，山出しまでそのまますえおく場合と，その年の秋に掘りとり，仮植のうえ翌春床替または当年生として山出しする場合とがある。前者は東北地方のうちでも積雪量の少ない南部の地域でみられるが，当地方全体としては，そのほとんどが秋に掘りとりを行ない，仮植

によって越冬させているようである。

床替試験を行なった青森地方は，特に1m以上の積雪があるため，苗をすえおきすると雪害による折損が生じ，また直根が非常に発達することから，当地では当年の秋に掘りとりを行ない，仮植のうえ翌春床替を行なっているのが通例である。床替にあたっては，当地の場合，床替作業の能率を考慮して根切り処理（根長12cmを残して根切りする）を行ない，床替本数は1m²あたり36本植えを採用している。また山出し苗は主として1回床替2年生を用いているが，この苗の根の長さは，床替後の新生根が加わるためかなり長くなる。そこで実際の山出し時には，新生根を3cmくらいつけて大体15cmくらいに根切りしたものを山出ししている。

しかしながら，この方法による床替時の12cmという根の長さは，すでに床替作業にかなり無理を生じているし，また山出し苗についても根の短い苗木ほど運搬，植栽作業が簡単であることから，できれば従来の床替時の12cm，山出し時の15cmより，さらに短く根切りすることが作業上望ましいわけである。

そこで，当年生苗の床替時の根切りをつぎの5処理に分けて床替試験を行なった。

1）根を地際部から12cm残して根切りしたもの

2）〃　9cm　〃

3）〃　6cm　〃

4）〃　3cm　〃

5）根を地際部から9cm残して根切りし，その9cmの根のうち3cmを地上に出し，6cmを地中としたもの

以上，5処理によって床替した当年の成績は第3表のとおりである。これによると，当然ながら残根を長くして床替したものほど成績が良好であった。この試験で特に注目されることは，1），2）の処理の間には，それほど大きい成績の差が認められないのに対し，3），4）の処理，すなわち残根長を6cm以下にして床替した場合，著しい枯死を生ずること，それから5）の処理でみられるように，地際部の根が若干地上に露出されることによって，かなりひどい枯死が見られることである。

ここに，今までの畑地における養苗の成績を実行面を考慮しながら要約すると，大体つぎのことがいえるであろう。

1．播種は1m²あたり100粒（10×10粒）を限度とし，種子は土中深さ2～3cmくらいに横転させて1粒ずつ播く（当年の平均苗高21～24cm）。

1．当年生苗の掘りとりには最低9cm以上の根をつける。

第3表　根切りの処理別成績表

（m²あたり36本植え）

処理	床替本数	床替前の平均苗高（春）	床替後の平均苗高（秋）	平均伸長量	伸長率	枯死率
	本	cm	cm	cm	%	%
根長12cm苗植え	759	23.6	54.9	31.3	57.0	0.5
〃　9cm　〃	718	23.6	51.5	27.9	54.2	1.4
〃　6cm　〃	703	27.0	48.2	21.2	44.0	3.3
〃　3cm　〃	100	17.9	28.6	10.7	37.4	25.4
〃　9cmのうち地上3cm，地下6cm植え	38	23.4	41.9	18.5	44.2	9.5

1. 根の長さを9～10cm程度残して根切りした苗の床替が望ましい。1m²あたりの床替本数は36本から50本程度とする（1回床替2年生の平均苗高45～55cm）。この根切り処理によって床替養成した苗木の山出し時の根長は，新生根を従来のように3cmくらい含めて根切りしたとすると，大体12～13cmくらいとなる（山出し時の苗高が50cm以上の苗木については，新生根を3cm以上つけることが望ましい）。
1. 根の長さが5cm以下の苗木は植栽しない。
1. 植栽時の浅植えは活着率を低下するおそれがあることから正常植えを原則とする。
1. 積雪地のすえおきは雪害が多く，また直根が非常に発達するため，掘りとり，山出しの際は不利である。

なお，過去におけるクヌギ養苗に関する発表文献のうち，特に佐多・豊東[19]の研究によれば，

1. 苗畑として水田を使用し，しかも上床式（床の高さ30cm）として養苗するときは理想に近い根系の苗木が得られる。
1. 上床式水田培養のものは，主根が短大で，平均長13cmに過ぎず，支根やヒゲ根の発生量が多く，第1次支根数も平床式の3倍以上，ヒゲ根数は10倍近い成績を得た。
1. 畑地のものは上床式にしても主根は長大となるが，根基部における支根の発生量は大であるから，これに根切りを施行すれば優良苗が得られる。
1. 平床式によるときは，水田培養によっても主根は長大となる傾向がある。

等とされている。また寺崎・小坂・金[22]の播種試験によれば，クヌギ種子のα-ナフタリン酢酸ソーダ1万倍溶液の時間別（24時間，12時間，6時間，4時間）浸漬処理をした場合には，処理時間の長いほど支根の発生を促すが，逆に苗長，発芽率が劣るとされている。

Ⅳ. 山地における植栽初期の成績

東北地方における植栽用苗木の苗齢は，その地方により差があって，当年生，すえおき2年生，1回床替2年生，それ以上等が用いられているようであり，またその苗木の植栽本数についても，かなり差があるようである。また，クヌギは特に代表的な陽樹で，しかも温帯南部以南の樹種であることから，東北地方における植栽地は，しぜん低山地帯の南ないしは南東，南西向きという具合に日向に制限される。

まず，ここで述べる植栽試験では，その植栽地を天然分布地域以北，以南に選定し，前者を平内薪炭林総合試験地内（青森県），後者を気仙沼薪炭林総合試験地内（宮城県）とした。

Ⅳ-1. 平内薪炭林総合試験地内の成績

この試験地は，陸奥湾に突き出した夏泊半島のほぼ中央部に位し，1935年設定以来，薪炭林の作業種試験を行なっているところである（海抜高100～270m，年平均気温9.1°C，年降水量1,264mm，最深積雪深150cm）。

この試験地では，第1段階の植栽試験として，（1）天然広葉樹林の皆伐跡地の標高100mの南東面に，当年生と1回床替2年生苗をhaあたり10,000本見当で植栽して，両者の成績を比較した。（2）コナラ，ミズナラ，カシワおよびクヌギの当年生を標高160mの東向の緩斜地で，しかも択伐翌年の択伐林（皆伐後48年を経過した広葉樹林の第1回択伐施行後の林分，面積0.12ha，本数294本，蓄積3,816m³/0.1ha）下に各樹種をhaあたり3,000本見当で75本ずつ下木的に植栽して，その成績（耐陰性）を比較した。

第4表　当年生と2年生苗植栽の比較

（haあたり 10,000本植え）

苗木の種類＼経過年数	植栽本数 本	植栽当年目の伸長 cm	2年目 cm	3年目 cm	植栽1年目の枯死率 %
当年生苗	280	27.7	48.8	58.3	13.5
1回床替2年生苗	446	68.9	91.1	106.6	7.9

第5表　クヌギ，ナラ類の下木的植栽の成績

（植栽後4年目）

項目＼樹種	クヌギ	コナラ	ミズナラ	カシワ
生存率（%）	37.3	33.3	24.0	20.0
総伸長量（cm）	83.3	56.8	58.7	40.3

これら（1），（2）の試験成績は，第4，5表に示したとおりで，うち，（1）の試験においては，植栽後3年目までは1回床替2年生苗植栽の方が成績良好であった。特に当年生苗を植栽した場合，その生育上の難点として，苗高が40～50cmくらいになったころ，樹梢がしばしば分岐することが見うけられることがあげられ，このおもな原因はやはり一種の寒害によるもののようである。すなわち，雪上に出た軟弱な主軸が乾燥した寒風や，低温，晩霜の害をうけて生活機能を失い，その先端に近い部分が枯死するためではないかと推察される。この被害をうけた苗木は，その後成長するにつれ「二又」になったり，または側枝が異状に発達してさらに雪害をうけやすい樹形になる傾向が強いようである。

（2）の下木的植栽試験では，各樹種ともその成績はかなり不良であった。この主な原因としては，各樹種とも代表的な陽樹であるにもかかわらず，植栽後2か年間刈払いを行なわなかったこと，さらに下木的植栽であるため日射量が極度に不足したことによるものと思われる。特にその樹形については各樹種とも相当貧弱であり，クヌギにいたっては単に生存しているにすぎない状態であった。したがって，これら陽樹の植栽にあたっては，つねに陽光量を考慮しなければならず，特に幼時においては他の植生から抜き出るまで下刈りを怠ってはならないわけである。

第2段階の試験としては，植栽苗木を1回床替2年生苗に統一し，試験地内でも環境の異なる箇所に植栽区を5か所設けてその成績を吟味した。そのうちA区は，標高約100mの南東面の緩斜地に1957年4月1回床替2年生のうち比較的大苗をhaあたり10,000本見当で400本，B区もほぼ同一環境下に1958年4月やはり大苗をhaあたり5,000本見当で291本植栽した（5か所のうち，ここではA，B両区だけについて述べる）。

両区とも植栽当年の秋に第1回調査を行ない，以後連年調査および下刈りを実施した。調査事項は，両区とも主として樹高測定（cm単位）であるが，1961年からは樹高のほかに根元直径（地上5cmのところ）をも測定した。

これら両区の現在までの成績をかかげると第6～7表のとおりで，その成績は両区ともほぼ類似の傾向にある。もっとも，厳密な意味での両区の比較については，植栽年が異なることから問題が残ると思われ

第6表—1　クヌギ植栽木の樹高階別本数分配表（A区）

樹高階	1957年	1957 年		1958 年		1959 年		1960 年		1961 年		1963 年	
	植栽時	植栽当年(秋)		2 年 目		3 年 目		4 年 目		5 年 目		7 年 目	
cm	生立木	生立木	枯死木	生立木	枯死木	生立木	枯死木	生立木	枯死木	生立木	枯死木	生立木	枯死木
10	4	2			1			1					
20	17	4	3	3	1	1	1	5		2	2		2
30	65	14	10	10	1	6		6		1	3	1	1
40	74	35	10	7		8		1		2			1
50	92	75	9	17		4	2	8	1	4	1	1	
60	78	75	13	21		18		15		10	3	2	1
70	49	86	3	38	3	23	2	20		11		2	1
80	18	33	3	35		33		20		13	2	5	1
90	3	14	1	52		17	2	27		14		9	
100		9		67		40	3	32		30		11	
110		1		45		34		29		24		9	1
120				22		36		27		20		12	
130				9		36		30		23		16	
140				8		27		24		28		13	1
150				6		17		19		26		20	
160				2		13		20		14	1	17	
170						10		14		9		25	
180						2		10		14		24	
190						3		6		12		13	
200						3		6		14		13	
210						1		1		7		13	
220								5		7		15	
230								4		10		10	
240								1		7		8	
250										6		11	
260										5		6	
270												3	
280										5		8	
290												11	
300										1		8	
310												4	
320												2	
330												1	
340												1	
350												2	
360												2	
370												2	
380												5	
390												2	
400												1	
410													
420												1	
430													
440													
450												1	
計	400	348	52	342	6	332	10	331	1	319	12	310	9

注：枯死木の樹高は前期調査時の樹高で示した。

第６表—２　クヌギ植栽木の樹高階別本数分配表（B区）

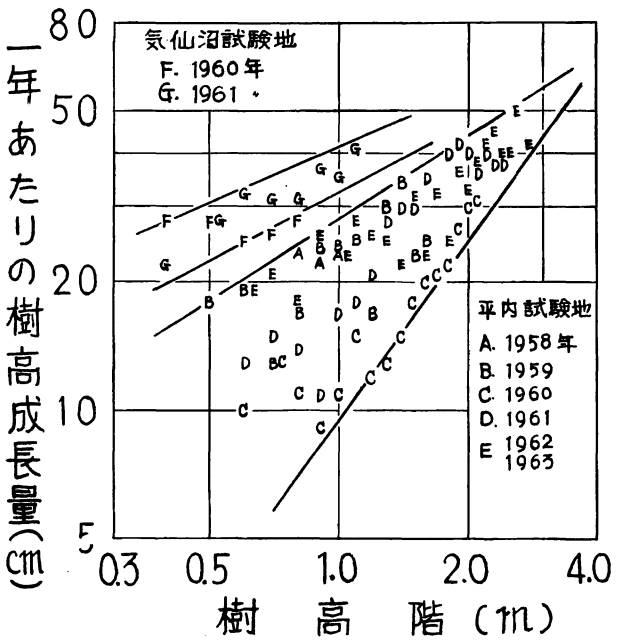
樹高階	1958年	1958 年		1959 年		1960 年		1961 年		1963 年	
	植栽時	植栽当年（秋）		２ 年 目		３ 年 目		４ 年 目		６ 年 目	
cm	生立木	生立木	枯死木	生立木	枯死木	生立木	枯死木	生立木	枯死木	生立木	枯死木
10											
20	1			4		5					
30	7	2		1		3		3	2		
40	25	12		9	2	9		2		1	
50	55	43	1	7	6	13		7	2	1	
60	84	68	3	24	10	12	1	10	3	3	2
70	60	77	2	47	5	31		11	1	3	2
80	45	44	2	45		25		14		4	1
90	9	27		51	3	32	3	30		5	
100	3	8		30	1	30	2	31	1	9	
110	2			24		32	2	28		12	2
120		2		6		20		31		10	
130				7		15		17		16	1
140				1		9	1	15		15	
150						3		8		29	
160						3		11		31	
170						4		6		17	
180								2		16	
190						1		6		12	
200								2		7	
210										9	
220								1		6	
230										5	
240								1		4	
250								1		3	
260								1		3	
270										3	
280										1	
290											
300										1	
310										1	
320										1	
330											
340											
350										1	
360											
370											
380										1	
計	291	283	8	256	27	247	9	238	9	230	8

る。なお第７表中，平均樹高は被害木（寒雪害，虫害等）を含む生存木全部について算出し，その範囲は生存木の最低から最高樹高の範囲を示す。特に最低樹高においては挫折木等から再萠芽したものを含んでいるため，後年においてその値が前年より小さく出ているものもある。

１年あたりの伸長量は，前期および後期の平均樹高の値の差をそのままかかげたが，さらに詳しく調査年別樹高階別に伸長量を算出すると第５図のようになる。なお，図中の直線は同一樹高における１年あたりの成長量の上，下限界と思われる点を単純に結んだものである。これによると，一般的には樹高の大きいものほどその１年あたりの伸長量も大きいものであることがうかがえるが，厳密には同一樹高をもつ植

第7表　平内試験地内におけるクヌギの植栽成績

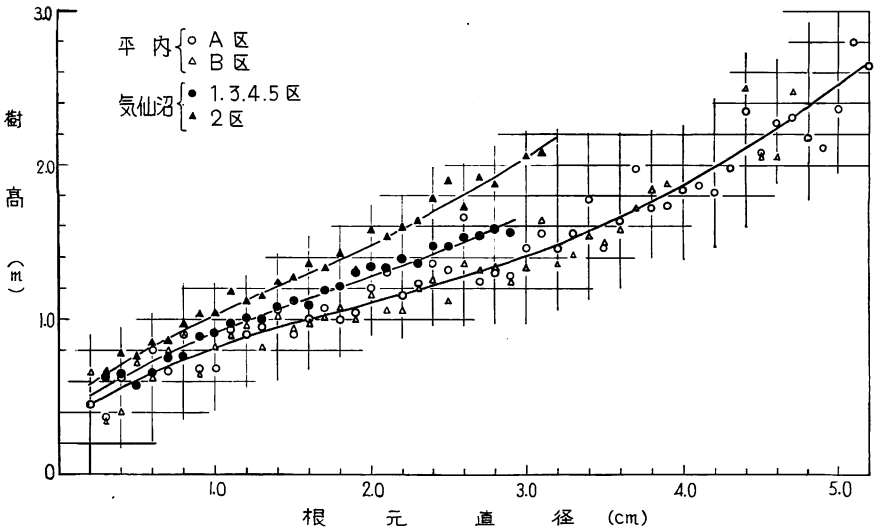
項目＼経過年数＼調査年＼調査区	植栽時(春)		植栽当年(秋)		2年目		3年目		4年目		5年目	6年目	7年目
	1957	1958	1957	1958	1958	1959	1959	1960	1960	1961	1961	1963	1963
	A区	B区	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A
生存本数　本	400	291	348	283	342	256	332	247	331	238	319	230	310
平均樹高 cm	53.7	66.9	65.6	72.1	94.6	87.6	113.9	99.3	122.7	116.6	147.6	165.0	197.1
推定平均根元直径 cm	0.4	0.7	0.7	0.8	1.5	1.2	2.1	1.7	2.3	2.2	3.1	3.6	4.2
樹高の範囲 cm	11～98	24～111	11～115	34～123	24～160	22～147	28～210	21～197	19～245	32～268	27～306	48～383	30～450
1年あたりの伸長量 cm	—	—	11.9	5.2	29.0	15.5	19.3	11.7	8.8	17.3	24.9	26.7	24.8
当年の枯損木本数　本	—	—	52	8	6	27	10	9	1	9	12	8	9
当年の枯損率 %	—	—	13.0	2.7	1.7	9.5	2.9	3.5	0.3	3.6	3.6	3.4	2.9
植栽時からの累積枯損率%	—	—	13.0	2.7	14.5	12.0	17.0	15.1	17.3	18.2	20.3	21.0	22.5



第5図　クヌギ植栽木の各樹高階における1年あたりの樹高成長量

栽木でも各調査年によって，その伸長量にかなり差があることがわかる。特に樹高が2m以下の植栽木においては，その樹高が低くなるほど各調査年間の伸長量の差が大きい。この現象は，本取りまとめの方法（被害木を含む生存木全部を対象としている）からみて，積雪地の特徴と思われ，その原因は，各調査年の気象条件のうち各調査年における積雪量の多少によるものと解される。ちなみに，1958年から1963年までの調査期間中で，最も気象条件が悪かった（主として積雪量が多かった）と思われる年は1960年であり，これについで1961年があげられる。

枯損については，植栽後7年目の現在にいたるまで続出しているが，その枯損原因としては，植栽時の苗木の健全度，寒害，野鼠の害（主として支根や細根などの柔らかい根部の食害）等があげられ，特に植栽後3年目以降の枯損のほとんどが野鼠の害である。したがって枯損率については安定性がなく，結局は野鼠の害の多少によって枯損率が大きく左右されるものと思われる（注：クヌギは比較的活着のいい樹種であるとされている）。この野鼠害の



第６図　クヌギ植栽木の根元直径（地上５cm上）に対する樹高の関係

誘発原因としては，植栽区として小面積を皆伐したことにもよるが，一方植栽後数年目でも食害をこおむり，しかもその被害部がきまって柔らかい根部（支根や細根）にあることをみると，野鼠にとってクヌギ根部は嗜好度の高いものであることが推察される。

植栽区内の個樹別の伸長成績では，植栽区の中央部に植えられたものほど良好で，林縁部に近いものほどその成績が悪い。このことは前述したように，クヌギはその生育にいかに日光量を必要とするかを物語るもので，特に植栽区設定に際しては，その植栽木が林縁木の樹陰にならないよう配慮しながら設定しなければならないことをしめしている。

つぎに，これらの資料のうち，1961年の調査資料にもとづいて，Ａ・Ｂ両区を一括して，植栽木の根元直径（地上５cm上のところ）に対する樹高の関係を考察すると，第６図のような曲線の傾向がうかがわれる。しかし，根元直径 1.4～3.4cm，樹高では 0.9～1.6m までの曲線が中だるみの傾向が見うけられる。これは本試験地において，この樹高範囲の植栽木が最も寒・雪害をこうむっていることによるものであろう（写真１，２参照）。最後に変則であるが，この曲線の値から過去の調査時の樹高に対応する根元直径を算出すれば，第７表中の推定平均根元直径となる。

Ⅳ-2.　気仙沼薪炭林試験地内の成績

この試験地は，宮城県の気仙沼湾より南約５kmの沿岸部にあって，平内試験地同様，作業種比較試験を行なっているところである。同地はクヌギの天然分布地域内であって，試験地の周辺にはクヌギの天然木および植栽林が見うけられる（海抜高 100～130m，年平均気温 11.9°C，年降水量 1,222mm，最深積雪深 15cm）。

したがって，この試験地では植栽も十分可能なわけであるが，試験としては，主として植栽本数密度試験（１か所の大きさ 35m×35m＝0.1225ha，この中に 15m×15m＝0.0225haを４区設け，それぞれに ha あたり 1,500 本，3,000 本，4,500 本，6,000 本相当の苗木を植栽する）を目的として，1959 年４月に５か所，さらに 1960 年４月には，当地方の植栽本数を基準にした 2,500 本区（35m×35m＝0.1225ha）を５か所設け，それぞれに１回床替２年生苗を植栽した。植栽地の環境は 標高 100～120m の南～東向きの

第8表　クヌギ植栽木の樹高階別本数分配表

樹高階	A区						B区			
	1959年		1960年		1961年		1960年		1961年	
	植栽当年（秋）		2年目		3年目		植栽当年（秋）		2年目	
cm	生立木	枯死木	生立木	枯死木	生立木	枯死木	生立木	枯死木	生立木	枯死木
10	5		1		1		10			3
20	49		17	2	2	4	27		8	2
30	175		49	11	14	3	228		29	6
40	347		77	12	35	7	563		69	6
50	452		101	13	44	7	460		126	3
60	299		127	3	41	5	160		222	
70	152		242	9	76	10	32		242	2
80	66		260		105	7	3		219	
90	15		232		141	8			215	
100	2		181		224	7			148	
110	2		101		158	3			92	
120	1		65		156	2			50	
130			34		139	1			22	
140			11		90	1			9	
150			6		72				6	
160			4		40				3	
170			4		31				1	
180			3		21					
190					20					
200					13					
210					7					
220					6					
230					4					
240					3					
250					1					
260					2					
270					2					
280					2					
計	1,565	24	1,515	50	1,450	65	1,483	16	1,461	22

注：枯死木の樹高は前期調査時の樹高で示した。

第9表　気仙沼試験地内におけるクヌギの植栽成績

項目 ＼ 経過年数 ＼ 調査年 ＼ 調査区	植栽当年（秋）		2年目		3年目
	1959年	1960年	1960年	1961年	1961年
	A区	B区	A区	B区	A区
生存本数（本）	1,565	1,483	1,515	1,461	1,450
平均樹高（cm）	49.4	43.2	79.7	76.6	109.9
推定平均根元直径（cm）	0.3	0.2	0.7	0.6	1.4
樹高の範囲（cm）	10～120	10～80	10～180	20～170	10～280
1年あたりの伸長量（cm）	——	——	30.3	33.4	30.2
当年の枯損木本数（本）	24	16	50	22	65
当年の枯損率（%）	1.5	1.1	3.2	1.5	4.3
植栽時からの累積枯損率（%）	1.5	1.1	4.7	2.5	8.7

緩斜地である。

植栽後3年目までの成績では，各植栽区ともまだ植栽本数の違いによる成長の差は認められなくて，むしろ植栽区そのものの立地の差による成長の差が認められるようである。ここに，便宜上両年植栽した各5か所を年度別に一括して，それぞれをA区（1959年植栽），B区（1960年植栽）として，その成績をかかげてみると第8，9表となる。

この成績を前項の平内試験地のものと比較してみると，植栽時の苗高においては，20～30cmくらい低かったが，その後の樹高成長においては連年約30cmときわめて順調に伸び，特に枯死木の少ないのが目だつ。しかし野鼠の害については，それが平内試験地同様枯死木死因の大半を占め，特に1959年に植栽した区において著しい。

つぎに，1959年に植栽した5か所（植栽後3年目）について，その植栽木の根元直径に対する樹高の関係を考察してみると，その5か所の曲線のうち，4か所はほぼ同一の成長傾向を示すが，1か所だけは特に樹高成長が良好で，別の曲線で表わされる（第6図）。なお，この曲線の相違は主として立地条件の差によるものと推察される。また，本試験地のこの2種の曲線の値は，いずれも天然分布地域以北の地である平内試験地のものより，同一根元直径でも樹高においてかなり上回るものであることや，第5図で見られるように低位樹高階の1年あたりの成長量にそれほど大きい開きがないことなどからみて，本試験地は，気象環境，地位とも平内試験地よりクヌギ植栽地として適していることを示しているとみるのは当然であろう。

V．植栽木の台切り成績

元来，クヌギは萠芽力の旺盛な樹種であることから，クヌギを薪炭林として人工的に仕立てるには，植栽木をそのまま成林させるのではなく，植栽後数年目に切幹つまり台切りを行なって，その発生萠芽をもって成林させる。そして第1回目の収穫伐採を台切り後10～15年目くらいに行ない，その後は6～13年くらいごとに皆伐して萠芽更新で次代の林分を造成するとされている。しかし，その台切りの時期については，所有者の意図，地方的環境に応じてまちまちであり，東北地方におけるその年齢は，大体植栽後3～10年の範囲にあり，また一部には台切りを行なわないで，第1回目の伐採を材の利用面を考慮しながら，比較的早目に行なうところもある。

この台切りの目的は，早期に優良萠芽木の発生を期待するところにあるが，ときには特に疎植して台切りを行ない，1株からその発生萠芽を数本成立させて林分の本数密度を高める場合もある。このことは普通の植栽本数であっても積雪量の多い地方で早期に成林を期待する場合などには最も有効な手段である。

V-1．平内試験地内の成績

台切りの予備試験として，1958年3月に植栽後3年目（1955年4月に当年生苗を植栽したもの）のもの330本について台切りを実施した。処理としては，330本を台切り部位の高さ別すなわち地上1～7cmの間を台切り部位高1cmごとに7段階に分けて行なった。この台切りされた植栽木の根元直径の範囲は0.3～3.5cmである。

この結果，台切り後3年目までの成績は第10表のとおりで，台切り当年（秋）の発生総萠芽の平均高は69.3cm，1株あたりの平均萠芽本数は3.7本を示した。2年目では，平均樹高93.6cm（挫折木を含む），根元の太さ1.2cmを示し，心配された雪害もわずかに雪圧による半倒伏木および挫折木が全本数の

第10表　平内試験地内におけるクヌギの台切り成績

項目＼調査年	1958年	1959年	1960年	1964年
	台切り当年	2年目	3年目	台切り当年
台切り本数（株）	330	—	—	189
台切り前の平均長（cm）	62.6	—	—	165.0
〃 平均根元径（cm）	1.2	—	—	4.0
〃 根元径の範囲（cm）	0.3～3.5	—	—	2.6～6.4
台切り後の平均萌芽長（cm）	69.3	93.6	75.1	125.4
〃 萌芽長の範囲（cm）	5～145	10～165	10～225	70～195
1株あたり平均発生萌芽本数（本）	3.7	4.0	3.8	4.5
〃 発生萌芽本数の範囲（本）	1～11	1～10	1～10	1～13
萌芽本数の被害率（%）	0	5.1	30.0	0

注：1958年に台切りしたものは，当年生苗の植栽後3年目のものである。
1964年に台切りしたものは，1回床替2年生苗の植栽後6年目のものである。

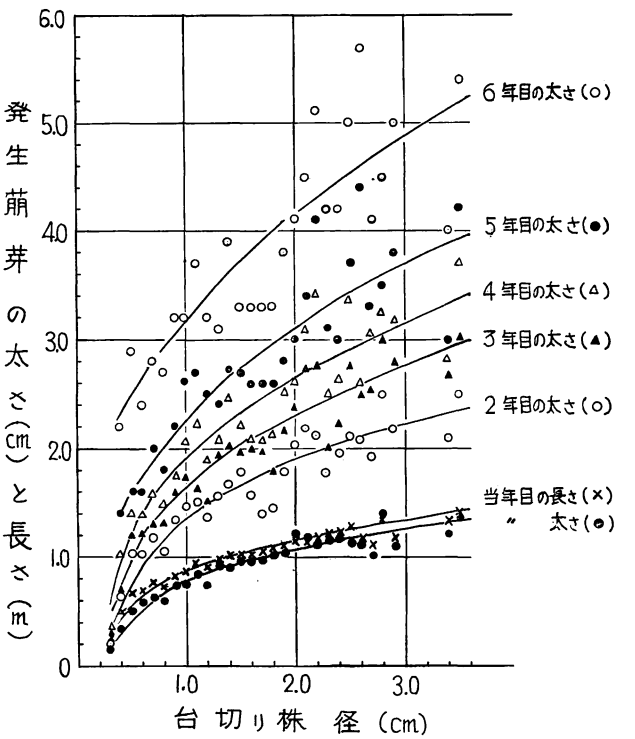
5.1% にとどまる好成績を示した（積雪量60～100cm）。しかし，翌3年目（1960年）は例年にない大雪（120～180cm）のため，各萌芽木は挫折，倒伏等の雪害をこうむり，その成績は平均樹高において前年の93.6cm から 75.1cm，太さにおいては 1.2cm から 1.1cm とおのおの前年の値より下回る成績となった。なお，太さの値が前年より下回るということは，この取りまとめ方が発生萌芽全部を対象としているもののため，挫折木から新たに発生したものを含んでいるからである。

被害率では，全発生萌芽本数の 30% を示し，その被害程度は萌芽長 60～130cm のものに最もはなはだしかった。また，この程度の積雪により，各萌芽がその根元からモギとられやすい傾向が認められるが，一般に思われているほどひどくないようである。もっとも，萌芽のモギとられやすい傾向は，成長の良好なものほど強いとされていることから，ここで実施した0.3～3.5cm というごく細径木の台切りの場合には，その発生萌芽の成長も貧弱であることから，それほど積雪の影響がないのかもしれない。さらに積雪地の植栽木は，幼時寒，雪害等によって，概して側枝の発達した樹形になりやすい傾向があることを前項で述べたが，萌芽木についてもこのことがいえるようである。この側枝の発達した樹形を正常化するには，側枝の整理（枝打）を行なって，樹高成長を促進する手段が考えられており（写真3参照），現にこの方法によって，樹高成長を高め，雪害を軽減しているところもあるし，また，特にクヌギ萌芽木の枝打ちは積雪量に関係なく，成長促進の一手段として実行しているというところもある（岩手県南部）。

つぎに，台切りした株の直径に対する発生当年の萌芽の長さ，太さの関係を各株発生最大萌芽1本の値を用いて示すと第7図となる。この図によれば，その傾向は，台切り株径 3.5cm までは台切り株径の太いものほど萌芽力が旺盛で，しかも優勢な萌芽を発生することがうかがわれる。ただ，この傾向がどこまで正の相関にあるかはここでは断定できないが，後述Ⅶ—1の結果によれば，その最大は伐根径 12～14 cm に現われることになる。2年目以降の株径に対する萌芽の長さの関係については，雪害をこうむったため，厳密には各調査年ごとには算出できなくなったが，ただ太さだけについては，比較的その影響が少ないものと見なされるので，参考までに各調査年ごとに，各株の最大萌芽1本あたりの値を用いてその傾向をうかがってみることにした（第7図）。もっともこの場合，厳密には長さに被害があることによって，その萌芽木の太さの成長にも影響していることが予想されることから，この取りまとめ方には若干の問題

が残るものと思われる。

第７図から各調査年における発生萠芽の根元直径（地上５cm 上のところ）の成長推移をみると，やはり台切り株径の太いものから発生した萠芽ほど優勢で，しかも後年において一層優勢になる傾向が認められる。また，長さについては，さきに根元直径と長さとは正の相関にあることを認めていることから，台切り株径に対する萠芽長についても当然このような傾向がうかがえるものと思われる。



第７図　台切り株径に対する発生萠芽の太さ（地上５cm上）の推移

さらに台切りの際，その台切り部位高（１～７cm）を異にしたものの発生萠芽の成長についてみると，台切り株高７cm までは，各台切り株高別の萠芽間には成長の差が認められないが，一般的傾向としては，一応台切り部位は地上２～５cm が良好といえるようである。

また，これまでの考察，特に台切り時の株径が大きいものほど優秀な萠芽を発生することが認められたことから，1964年３月に植栽後６年目のもの189本について第２段階の台切り試験を行なってみた。その台切り当年の成績は第10表にかかげたが，それによると，予備的段階の台切り試験成績の考察が裏書きされる結果が得られた（写真５，６参照）。

以上のように，台切り時の株径が大きいほど，その発生萠芽も優勢であることから，台切り時期は，必然的に台切りされる植栽木の根元直径を，いくらの大きさに期待するかによって決定されてくることになろう。今ここで，かりに積雪量等を考慮して，台切り当年に120cm 以上の萠芽を発生させるとするならば，少なくとも台切り部位の直径が３cm 以上になっていなければならないし，またこの３cm を期待するためには，１回床替２年生苗を植栽したとすれば，その植栽後大体５～６年目ということにもなる（第６図，第７表参照）。もちろん，これら台切り時期，すなわち期待根元直径に達するまでの年月は，おのおの植栽地の環境によつて差異のあることは当然であるが，東北地方においては，ほぼその時期を推定しうると思われる。

したがって，積雪地において，その台切りを植栽後５～６年以下で行なうとすれば，植栽木の樹高成長よりはむしろ根元成長の肥大を重要視した取扱いの方が，よりよい成績をあげることができるようであるし，また反面，東北地方のうちでも積雪量の少ない南部の地域で，植栽本数を ha あたり2,500本程度として実行した場合には，台切りを行なわないで，第１回目の伐採を材の利用面を考慮に入れて植栽後12～15年目に行なっても，第１回目の収穫量には両者間にそれほど大差は認められないようである（後出第17

～19表によって，萠芽木と植栽放置木の両者の成長量が比較される。比較にあたっては，萠芽木の年齢が萠芽発生の年から数えられているから，植栽から台切りされるまでに要した期間を考慮して比較する。たとえば，両木を植栽後12年目で比較する場合には，植栽放置木の年齢12年の各成長量と萠芽木ではその植栽から台切りまでに4～6年を要したとすると，実質的には萠芽木の年齢6～8年で示す各成長量と比較すると両木の単木成長量はほぼ同量であることがわかる)。

なお，嶺[9]の発表によれば，台切りをして効果のあるのは疎植した場合であって，密植した場合は台切りしても単幹になりやすく，その効果は少ないとされている。この説は，台切りによってその切り株から数本の萠芽を発生させて成長させる場合のことであって，ここでいう積雪地の台切りの目的とは若干意味を異にするものであることを付記する。

VI. 現実クヌギ林分の実態と成長

ここでは東北地方のうち，特に天然分布地域北限以南，すなわち岩手県南部および宮城県地方の現実クヌギ林分の実態と成長について述べる。

本項の当初の目的は，同地方のクヌギ林とくに萠芽林についての簡易収穫予想表の調製であったが，実地踏査の結果，同地方には適当な造林地が多くなく，しかも正常な取扱いをした林分が少ないことから，収穫表調製要綱にもとづく資料採集はできなかった。そこでこの調査では，その要領をかえ，主として調査林分内に成立しているクヌギを対象に樹幹析解木の採取によって，その資料から成長関係を吟味してみることにした。

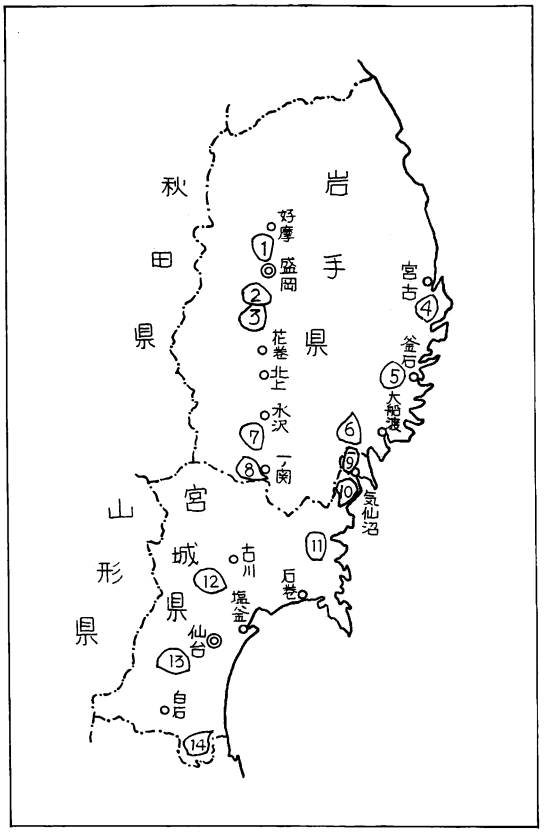
VI-1. 調査地の概況と林分の実態

今までの調査箇所は第11表および第8図として示してあるが，これら調査地の林齢は大体 4～50年で

第11表　調　査　地　域　一　覧　表

地域番号	場　　所	林分の種類	林　齢 年	海抜高 m	調査林分数	樹幹析解木本数 本
1	岩手県岩手郡滝沢村	植栽放置林	36～40	100	2	5
2	〃　紫波郡矢巾村	〃	40	100	2	0
3	〃　〃　紫波町	〃	26	100	1	0
4	〃　宮古市津軽石	〃	40	20	1	0
4	〃　下閉伊郡山田町	萠芽林	10～20	50	3	0
5	〃　釜石市甲子町	〃	28	150	1	0
6	〃　気仙郡住田町	〃	11	80	1	2
6	〃　〃　〃	植栽放置林	19～23	80～150	3	2
7	〃　胆沢郡前沢町	〃	50	160	1	2
8	〃　一関市萩荘	萠芽林	4～12	130	4	0
9	宮城県気仙沼市鹿折	〃	12	150	1	1
9	〃　気仙沼市鹿折および松岩	植栽放置林	21～31	100～300	9	21
10	〃　本吉郡本吉町	萠芽林	8～16	50～180	7	10
11	〃　登米郡東和町	〃	20	200	3	4
12	〃　加美郡中新田町	〃	20～29	200	3	6
13	〃　柴田郡川崎町	〃	7～15	100～150	3	4
14	〃　伊具郡丸森町	〃	39～40	100～150	2	17
14	〃　〃　〃	植栽放置林	36～41	100～150	0	4

あり，標高は20～300mの範囲にある。その林地は，大別して萠芽林と実生または植栽放置林（植栽後まだ台切りまたは伐採を行なっていない林分）とに分けられ，うち前者は1回以上の伐採によって，その切り株からの萠芽によって成林した林分で，大抵は1株から数本が成立し，薪炭林としてはごく一般的な方法で成立した林分である。後者は，まだ1回の伐採もはいらない放置林分であって，それには第1回目の台切り以前の過程にあるごく幼齢林分と，萠芽更新のためにはすでに伐採時期を逸したと思われる壮齢林分等がある。



第8図　クヌギ林調査地域図

また，各調査地とも，そのほとんどが植栽本数のまちまちな不正常立木度林分であったり，または面積が少なかったり，他樹種と混交している林分が非常に多い。特に宮城県本吉郡本吉町周辺一帯は，そのほとんどが天然木の伐採による萠芽林であって，地元民の言によれば，この地域は過去数回の山火事にあい，その結果他樹種が消滅し，反面クヌギが生き残って繁殖し，現実の天然生林分の基礎をなしたとされている。したがってこの地域は，特に切り株密度の異なった林分が多い。また，国有林においては植栽放置林分が多く，一般に手入れが不十分で，他樹種の侵入を受けているところが多い。

これら調査地は，官，民地ともに概して里山で，林地の向きは南面ないし南東，南西面が断然多い。土壌状態は，大体 B_D 型であるが，一部には採草地跡と思われる B_l 型および概して地味良好といえない土層の浅いところ，岩石，石礫の多いところも見うけられる（第11表，第8図）。

林分調査の方法としては，各調査地につき，胸高直径 1cm 以上のものについて，1cm 括約で直径のみを樹種別に毎木調査し，その材積計算はナラの単木材積表（第12表，岩手県宮古営林署管内，大沢薪炭林試験地のもの）により算出した。

第12表　ナラ類単木材積表（大沢薪炭林試験地のもの）

直径 cm	材積 m^3	直径	材積	直径	材積	直径	材積	直径	材積	直径	材積
1		6	0.012	11	0.048	16	0.122	21	0.233	26	0.391
2	0.001	7	0.017	12	0.060	17	0.142	22	0.263	27	0.429
3	0.003	8	0.023	13	0.072	18	0.165	23	0.293	28	0.467
4	0.005	9	0.030	14	0.088	19	0.185	24	0.325	29	0.511
5	0.008	10	0.038	15	0.105	20	0.211	25	0.354	30	0.541

第13表　標　準　地　の　蓄　積　表（haあたり）　　（注：上段は本数，下段は材積）

林齢	林分の種類	面積	地域番号	クヌギ	ナラ類	その他広類	針類	総量	総量に対するクヌギの割合
4年	萠芽林	0.023ha	8	3,448本 16.270㎥	1,078本 1.138㎥	431本 1.169㎥	－ －	4,957本 18.577㎥	69.6% 87.6%
6	〃	0.063	8	2,568 12.391	3,796 6.332	686 0.877	－ －	7,050 19.600	36.4 63.2
9	〃	0.126	10	1,992 21.746	5,761 11.302	1,787 2.770	32本 0.024㎥	9,572 35.842	20.8 60.7
9	〃	0.079	10	1,797 19.519	6,102 10.089	3,810 8.191	25 0.025	11,734 37.824	15.3 51.6
10	〃	0.074	8	3,500 37.310	3,324 11.606	243 4.730	－ －	7,067 53.646	49.5 69.5
10	〃	0.050	10	1,860 19.480	6,740 12.760	2,620 7.080	－ －	11,220 39.320	16.6 49.5
10	〃	0.116	13	1,293 49.060	397 5.319	17 0.069	147 3.060	1,854 57.508	69.7 85.3
10	〃	0.114	13	2,447 55.877	754 6.632	96 0.429	9 1.246	3,306 64.184	74.0 87.1
11	〃	0.049	6	653 27.245	－ －	－ －	－ －	653 27.245	100.0 100.0
12	〃	0.040	8	2,757 66.989	1,328 8.759	326 1.502	－ －	4,411 77.250	62.5 86.7
12	〃	0.052	9	1,712 31.173	5,385 18.327	1,173 6.096	－ －	8,270 55.596	20.7 56.1
14	〃	0.166	10	1,385 48.241	5,711 17.512	1,102 3.356	－ －	8,198 69.109	16.9 69.8
15	〃	0.110	10	1,854 47.264	4,519 13.055	1,427 6.755	－ －	7,800 67.074	23.8 70.5
15	〃	0.128	10	735 32.078	2,898 13.454	3,483 18.899	－ －	7,116 64.431	10.3 49.8
15	〃	0.117	13	2,915 29.726	991 7.743	752 7.846	137 2.282	4,795 47.597	60.8 62.5
16	〃	0.118	10	449 46.008	2,136 14.559	1,432 19.823	－ －	4,017 80.390	11.2 57.2
20	〃	0.060	11	1,217 84.733	1,367 6.933	2,816 10.916	517 4.517	5,917 107.099	20.6 79.1
20	〃	0.060	11	1,233 72.817	1,600 7.967	4,817 27.583	167 1.117	7,817 109.484	15.8 66.5
20	〃	0.060	11	1,133 70.917	817 5.567	4,500 23.066	－ －	6,450 99.550	17.6 71.2
27	〃	0.218	12	445 73.275	779 52.156	527 34.160	－ －	1,751 159.591	25.4 45.9
27	〃	0.116	12	500 76.637	981 38.405	794 54,370	－ －	2,275 169.412	22.0 45.2
27	〃	0.191	12	387 62.623	890 45.435	880 54.744	－ －	2,157 162.802	17.9 38.5
19	植栽放置林	0.099	6	1,858 60.788	192 4.202	111 5.474	－ －	2,161 70.464	86.0 86.3
20	〃	0.039	6	1,538 21.205	205 0.128	282 0.180	2,026 15.564	4,051 37.077	38.0 57.2
21	〃	0.046	9	1,457 28.783	1,283 6.826	2,413 3.653	－ －	5,153 39.262	28.3 73.3
21	〃	0.189	9	1,577 44.778	429 2.413	233 1.133	－ －	2,239 48.324	70.4 92.7
21	〃	0.144	9	1,361 24.090	139 2.125	264 4.007	－ －	1,764 30.222	77.2 79.7

第13表 （つづき）

林齢	林分の種類	面積	地域番号	クヌギ	ナラ類	その他広類	針類	総量	総量に対するクヌギの割合
22年	植栽放置林	0.067ha	9	1,373本 19.627㎥	970本 8.244㎥	1,657本 4.224㎥	－ －	4,000本 32.075㎥	34.3% 61.2%
23	〃	0.544	6	632 39.311	123 3.276	487 9,866	250本 22.881㎥	1,492 75.334	42.4 52.2
24	〃	0.191	9	1,748 37.053	1,036 15.659	1,087 4.948	230 13.319	4,101 70.979	42.6 52.2
24	〃	0.265	9	1,921 44.057	1,917 38.781	2,272 11.134	27 1.597	6,137 95.569	31.3 46.1
24	〃	0.155	9	1,600 49.194	2,858 13.612	710 3.302	32 0.581	5,200 66.689	30.8 73.8
28	〃	0.034	9	2,353 82.411	118 3.353	2,588 5.617	323 38.383	5,382 129.764	43.7 63.5
31	〃	0.248	9	1,355 58.920	97 1.770	9,914 24.624	270 26.451	11,636 111.765	11.6 52.7

ここに，これら調査地のうちから，林齢30年以下の林分について，その蓄積関係を樹種別にあげると第13表となる。これによると，萌芽林および植栽放置林分とも各調査地間にかなり本数，蓄積に差があることがわかる。この理由は，当初の植栽本数にかなり差があったこと（クヌギを薪炭林の改良用樹種として植栽するため，その植栽地にナラ類などの有用樹種があった場合には植栽本数が少なくなる），さらには植栽後の手入れを行なわないことにより，他樹種の侵入をうけて枯死木を多量に生じたこと，また，特に萌芽林では，天然木の伐採株から発生成林した林分を含むため，その林分の伐採前の株数に差があったことなどによる。

したがって，各調査林分内でのクヌギの占める割合にも差があって，萌芽林の場合，クヌギの占める割合は本数で10.3～100％，材積では38.5～100％の範囲にあり，調査地の平均値では本数35.3％，材積66.1％を示す。一方，植栽放置林でのクヌギの占める割合は，本数で11.6～86.0％，材積では46.1～92.7％の範囲にあり，平均値では本数44.7％，材積65.9％を示す。このように，両種林分ともかなり他樹種の侵入をうけているが，ただ，これら両種林分の共通点として，クヌギは本数割合に比較して材積割合の方がかなり上回っていることがうかがわれる。このことは，クヌギが他の樹種よりも成長が旺盛であることを物語るもので，特に萌芽林においてその傾向が著しい。

VI-2. 資料採取の方法と取りまとめ方

用材林の収穫表と薪炭林の収穫表調製との相違点は，薪炭林の場合，一般に間伐を施さないことから，用材林のような主，副林木の区分がなく，したがって原則的には主，副林木が一括した取りまとめ方となることである。しかし，実際には同齢林分内において，単木的に相当成長量に差があるものがあり，また収穫，利用に際しても普通の薪炭材以下の細径粗朶類に含まれるものも多いものであることから，天然木による薪炭林（大抵は樹種が雑多である）の収穫表調製の場合は，比較的利用価値の少ない低木類を除外するとか，中央木の値の算出を上層木（高木類）に限定するとか，または構成樹種のうちでも主要樹種のみによって算出するとか種々の方法が考えられている。しかし反面，植栽木によって仕立てられた同一樹種の萌芽林の場合は，その萌芽整理というものをどの程度まで実行するかが非常にむずかしいものがある。しかも現実林分には，所有者の意図によって，その萌芽整理をやっているもの，やっていないものがあるもので，本調査林分にも，やはり両者が混在していた。

第14表　クヌギの樹幹析解木一覧表

種類	地域番号	年齢	胸高直径	樹高	幹材積	種類	地域番号	年齢	胸高直径	樹高	幹材積
		年	cm	m	m^3			年	cm	m	m^3
萠芽木	13	7	6.4	6.8	0.0105	萠芽木	14	28	15.2	18.2	0.1651
〃	10	8	5.3	7.3	0.0088	〃	12	28	15.9	17.6	0.1678
〃	10	9	5.9	6.2	0.0093	〃	14	28	26.1	19.9	0.4182
〃	10	9	6.9	8.1	0.0139	〃	14	29	12.1	15.6	0.0877
〃	10	9	8.6	8.7	0.0232	〃	14	29	21.8	18.9	0.3227
〃	13	10	8.1	8.7	0.0236	〃	14	39	22.3	20.6	0.4092
〃	13	10	8.9	7.7	0.0278	〃	14	40	17.1	18.0	0.1856
〃	10	10	10.0	8.7	0.0300						
〃	6	11	9.9	9.2	0.0352	植栽	9	19	9.4	11.4	0.0424
〃	9	12	7.7	8.8	0.0211	放置木	9	21	8.5	8.7	0.0250
〃	10	14	7.7	11.3	0.0260	〃	9	21	11.7	11.1	0.0528
〃	10	14	14.0	12.5	0.0849	〃	9	21	11.2	13.0	0.0727
〃	13	15	6.0	7.5	0.0118	〃	9	22	7.4	6.8	0.0175
〃	10	15	10.6	11.1	0.0459	〃	9	22	9.1	9.9	0.0287
〃	10	15	11.8	12.3	0.0621	〃	9	23	10.1	10.1	0.0433
〃	10	16	12.6	15.9	0.0953	〃	6	23	10.8	11.7	0.0523
〃	11	20	10.7	13.0	0.0581	〃	6	23	17.0	14.4	0.1362
〃	11	20	12.1	13.8	0.0835	〃	9	24	7.0	9.3	0.0183
〃	14	20	12.8	14.4	0.0873	〃	9	24	7.2	10.7	0.0227
〃	11	20	15.9	16.4	0.1399	〃	9	24	8.7	10.6	0.0346
〃	11	20	18.7	17.6	0.2002	〃	9	24	13.8	11.8	0.0749
〃	6	21	13.4	11.0	0.0693	〃	9	25	7.1	8.6	0.0179
〃	14	21	14.8	15.5	0.1206	〃	9	25	12.1	13.2	0.0744
〃	14	22	16.3	17.5	0.1681	〃	9	25	13.7	13.1	0.0887
〃	14	22	17.0	16.4	0.1626	〃	14	27	15.2	18.0	0.1606
〃	14	22	17.2	16.3	0.1776	〃	9	28	11.8	12.7	0.0594
〃	14	22	18.6	17.9	0.1900	〃	9	31	9.0	10.2	0.0320
〃	14	22	20.6	16.9	0.2435	〃	9	32	7.4	10.7	0.0248
〃	14	22	21.8	18.2	0.2924	〃	9	32	12.8	14.1	0.1029
〃	14	23	17.1	16.8	0.1436	〃	9	32	14.3	13.9	0.1133
〃	14	25	11.2	14.5	0.0675	〃	9	32	16.0	15.5	0.1543
〃	12	27	10.2	13.9	0.0826	〃	9	32	18.7	13.6	0.1547
〃	12	27	11.1	17.0	0.0839	〃	14	36	16.3	17.4	0.1796
〃	12	27	16.8	17.1	0.1932	〃	14	39	15.1	15.7	0.1556
〃	12	27	18.2	20.0	0.2497	〃	14	41	16.8	17.6	0.1821
〃	14	27	21.8	18.7	0.2797	〃	7	50	13.4	18.8	0.1369
〃	12	27	22.7	19.7	0.3822	〃	7	50	19.5	21.7	0.3102

そこで，この調査では，資料採取の方法として，まず，採取資料の均一性をはかるため，おのおのの林分について，その林分に応じた萠芽整理（主として枯死木および極端な成長不良木の除去）と除伐（植栽放置木の枯死木と極端な成長不良木の除去）を前提とし，この結果残存される林木中のクヌギから，原則として成長状態上・中・下と見なされるもの（主要林冠を占めるもののうちから優勢木，中庸木，劣勢木）各1本ずつを樹幹析解木として選定することにした。なお林分によっては中庸木だけを選定したところもあるし，また林分調査を行なわないで，樹幹析解木のみを採取したところもある。採取樹幹析解木は第14表のとおりである。

成長関係の取りまとめとしては，各調査林分の平均値を用いる正規の方法ではなく，樹幹析解木の資料から単木的な取りまとめをすることにした。すなわちその方法は，まず，第14表の各採取樹幹析解木を萠芽林（木）と植栽放置林（木）とに大別し，それぞれに属する供試樹幹析解木について隔年読取り法で胸高直径，樹高，幹材積を計算する。つぎに，これらの資料を各林齢に普遍性をもたせるため，各木の隔

年ごとの胸高直径，樹高，幹材積の読取値（計算値）をそのまま林齢に対応させる。すなわち，析解木の過去の成長を過去の林齢に対応させて皮内値を求める。さらに，これらの資料から別に樹皮成長を求め，この樹皮値を皮内の決定値に加算して単木の総成長量（皮付）を算出する方法である。

なお，この取りまとめ方については，かなり変則的な点もあり，また，供試樹幹析解木の採取方法自体にも問題が残るものと思われるが，ここでは一応この方法によって，胸高直径，樹高，幹材積について年齢30年まで算出することにした。

皮内値の決定に当たっては，まず，隔年読取法で計算した萌芽木，植栽放置木別の全資料について，それぞれの皮内胸高直径，樹高，皮内幹材積の3項について資料を吟味した。吟味の方法としては，まず各供試木の隔年ごとの年齢に応じた皮内読取値を集計し，これの算術平均値を求める。つぎに3個移動平均を計算し，比較目測法によって回帰曲線を求めた。この曲線に対する齢階別の標準偏差を，

第15表　齢階別の標準偏差と皮内値の決定

林齢	萌芽木												
	皮内胸高直径（cm）					樹高（m）					皮内幹材積（m^3）		
	中央値	σ 値	適用±の幅 σ	上限	下限	中央値	σ 値	適用±の幅 σ	上限	下限	中央値	上　限	下　限
2	0.7	0.67	1.9	2.0	−	1.8	0.71	2.0	3.2	0.4	−	0.001	−
4	2.5	1.06	1.8	4.4	0.6	3.6	1.09	1.8	5.6	1.6	0.002	0.004	−
6	4.3	1.25	2.0	6.8	1.8	5.3	1.23	2.0	7.8	2.8	0.005	0.012	0.001
8	5.9	1.45	2.1	9.0	2.8	7.0	1.43	2.0	9.9	4.1	0.011	0.027	0.002
10	7.3	1.66	2.2	11.0	3.7	8.6	1.60	2.0	11.8	5.4	0.020	0.047	0.003
12	8.6	1.99	2.1	12.8	4.5	10.1	1.63	2.1	13.6	6.6	0.032	0.072	0.005
14	9.8	2.25	2.1	14.5	5.2	11.5	1.78	2.1	15.2	7.8	0.046	0.101	0.008
16	11.0	2.32	2.2	16.1	5.9	12.8	1.72	2.2	16.6	8.9	0.062	0.133	0.012
18	12.1	2.70	2.1	17.7	6.5	13.9	1.68	2.4	17.9	9.9	0.079	0.168	0.016
20	13.1	2.95	2.1	19.2	7.0	14.8	1.76	2.3	18.9	10.7	0.097	0.207	0.021
22	14.0	3.41	1.9	20.6	7.5	15.6	1.74	2.4	19.8	11.4	0.116	0.249	0.026
24	14.9	4.00	1.8	21.9	7.9	16.3	1.85	2.3	20.6	11.9	0.136	0.293	0.031
26	15.7	4.28	1.7	23.1	8.3	16.8	1.94	2.3	21.2	12.3	0.157	0.339	0.036
28	16.4	4.48	1.7	24.2	8.6	17.2	2.10	2.1	21.7	12.7	0.179	0.387	0.042
30	17.0	3.93	2.1	25.1	8.9	17.6	2.54	1.8	22.2	13.0	0.202	0.437	0.048

林齢	植栽放置木												
	皮内胸高直径（cm）					樹高（m）					皮内幹材積（m^3）		
	中央値	σ 値	適用±の幅 σ	上限	下限	中央値	σ 値	適用±の幅 σ	上限	下限	中央値	上　限	下　限
2	−	−	−	−	−	0.5	0.25	2.0	1.0	−	−	−	−
4	0.2	0.37	1.9	0.9	−	1.2	0.57	2.1	2.4	−	−	−	−
6	0.9	0.73	1.8	2.2	−	2.1	0.98	1.8	3.9	0.3	−	0.001	−
8	1.9	1.08	1.8	3.8	−	3.1	1.29	1.9	5.6	0.6	0.001	0.004	−
10	3.1	1.28	2.0	5.6	0.5	4.3	1.55	2.0	7.4	1.3	0.002	0.008	−
12	4.3	1.43	2.2	7.4	1.2	5.6	1.83	1.9	9.1	2.1	0.004	0.015	−
14	5.4	1.58	2.3	9.0	1.8	6.9	1.93	2.0	10.7	3.1	0.008	0.025	0.001
16	6.4	1.76	2.3	10.5	2.4	8.1	2.03	2.0	12.2	4.1	0.013	0.038	0.002
18	7.4	2.01	2.2	11.9	2.9	9.3	2.14	2.0	13.6	5.0	0.019	0.055	0.003
20	8.3	2.22	2.2	13.2	3.4	10.4	2.29	2.0	14.9	5.9	0.027	0.075	0.004
22	9.2	2.50	2.1	14.5	3.9	11.4	2.42	1.9	16.1	6.8	0.036	0.099	0.005
24	10.1	2.68	2.1	15.7	4.6	12.4	2.47	1.9	17.2	7.6	0.047	0,126	0.007
26	11.0	2.70	2.2	16.9	5.1	13.3	2.55	1.9	18.2	8.4	0.060	0.156	0.009
28	11.8	2.97	2.1	18.0	5.6	14.1	2.34	2.1	19.1	9.1	0.075	0.188	0.012
30	12.6	3.33	2.0	19.1	6.1	14.9	2.38	2.1	20.0	9.8	0.092	0.222	0.015

$$\sigma=\sqrt{\frac{\Sigma(\hat{z}-z)^2}{n}}$$

$\hat{z}$……図上見積値（推定値）

z……実測値

n……実測度数

の式によって求めた。つぎに単純に標準偏差の2倍 $\pm 2\sigma$ を適用して一応上・下両限界線を定め，さらに最終決定に際しては，資料のチラバリを参酌しながら成長量に矛盾のないよう修正した。したがって厳密には齢階別の適用標準偏差の幅に若干の差を生ずる（第15表）。

このようにして決定した上・下両限界線の間を便宜上6等分して，上から順に2区分ずつをもって優勢木，中庸木，劣勢木と見なして皮内値を決定した。なお，ここで区分した等級は，地位級とは意味を異にするもので，いわば同一林分内での成長度とでもいうべきものである。

VI-3. 樹皮成長の決定

ここでは，単木の皮付値決定に必要な樹皮成長について述べる。

一般に樹皮を含む直径Dと含まない直径dとの間の関係は，原点をとおる直線で表わすことができるとされている。したがって，$D=Kd$，MEYER はこれを $K=\frac{\Sigma D}{\Sigma d}$ の形で求めて樹皮係数と呼んでいるが，これは比推定の形である。この樹皮係数は，直径のみならず断面積，幹材積についても同じ方法で算出ができ，それぞれを直径，断面積，幹材積樹皮係数と呼んでいる。

ここでの樹皮成長の算出決定にあたっては，樹幹析解木（萠芽木45本，植栽放置木34本）の胸高部の資料を用いて直径階別に算出することにした。

まず，樹皮成長を直径階別に算出するにあたっては，つぎの方法が考えられる（胸高直径の場合）。

（1） 全資料の皮内直径と皮付直径（d：D）の関係から求める。

（2） 各個樹の樹皮係数（$\frac{D}{d}$）を計算し，のちにこの係数を皮内直径に対応させて求める。

（3） 各個樹の樹皮厚（$D-d$）を計算し，のちにこの樹皮厚を皮内直径に対応させて求める。

（4） 各個樹の皮厚率（$\frac{D-d}{D}\times 100$）を計算し，のちにこの皮厚率を皮付直径に対応させて求める。

このように，樹皮成長の算出には樹皮係数，樹皮厚，皮厚率等とおのおの単独でも算出されるし，またこの単独値から逆に他の数値も算出できるわけである。したがって，どの方法を優先しても各数値が求められ，しかもその値は各方法のものとも大同小異であろう。ただ，どの方法を優先するにしても，その各算出値が直径階に矛盾を生ずるようであってはならないわけである。

計算式としては，これら皮付直径，樹皮係数，樹皮厚，皮厚率をそれぞれY軸にとり，X軸を皮内直径または皮付直径（皮厚率の場合）として，普通方眼紙または対数方眼紙にプロットしてみると，このX，Yの関係はほとんど直線相関をなしていることが認められる。したがって，$Y=a+bX$ または $Y=aX^b$ の式で表わされるが，特に皮付直径と皮内直径の関係は $Y=a+bX$，また樹皮係数，樹皮厚，皮厚率については $Y=aX^b$ の式でより高度に満足するようである。すなわち，

（1） 皮内直径（d）と皮付直径（D）との関係を $Y=a+bX$ の式で求めた場合

（2） 皮内直径（d）と樹皮係数（K）との関係を $Y=aX^b$ の式で求めた場合

（3） 皮内直径（d）と樹皮厚（B）との関係を $Y=aX^b$ の式で求めた場合

（4） 皮付直径（D）と皮厚率（$B.P.$）との関係を $Y=aX^b$ の式で求めた場合

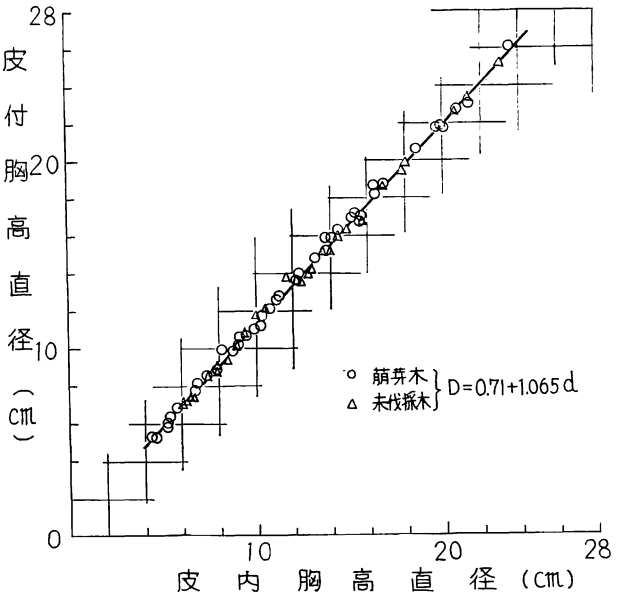
つぎの値をうる。

（１）　$D=0.71+1.065\,d$　　相関係数（r）0.9986　標準誤差（s）0.2573

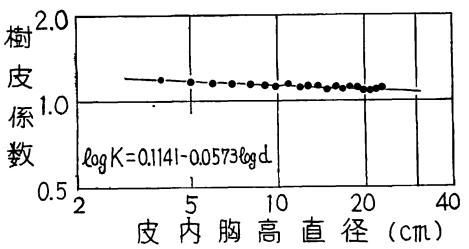
（２）　$\log K=0.1141-0.0573\log d$　　相関係数（r）−0.7996　標準誤差（s）0.0080

（３）　$\log B=-0.3711+0.5057\log d$　　相関係数（r）0.8004　標準誤差（s）0.0705

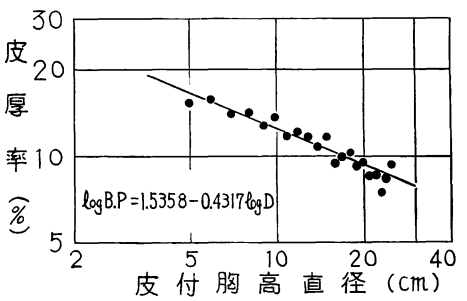
（４）　$\log B.P.=1.5358-0.4317\log d$　　相関係数（r）0.7612　標準誤差（s）0.0648



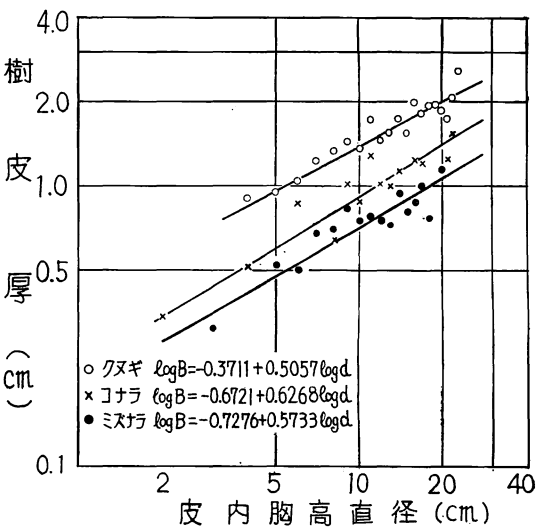
第９図　クヌギの皮内胸高直径に対する皮付胸高直径の関係



第10図　クヌギの皮内胸高直径に対する樹皮係数の関係



第12図　クヌギの皮付胸高直径に対する皮厚率の関係



第11図　皮内胸高直径に対する樹皮厚の関係

第16表　クヌギ，ナラ類の皮内胸高

クヌギ（1）皮内直径と皮付直径との関係から求めた場合					クヌギ（2）皮内直径と樹皮係数との関係から求めた場合					クヌギ（3）皮内直径と樹皮厚との関係から求めた場合				
皮内直径	皮付直径	樹皮厚	皮厚率	樹皮係数	皮内直径	皮付直径	樹皮厚	皮厚率	樹皮係数	皮内直径	皮付直径	樹皮厚	皮厚率	樹皮係数
cm	cm	cm	%		cm	cm	cm	%		cm	cm	cm	%	
4	**4.97**	0.97	19.5	1.24	4	4.80	0.80	16.7	**1.20**	4	4.86	**0.86**	17.7	1.22
6	**7.10**	1.10	15.5	1.18	6	7.02	1.02	14.5	**1.17**	6	7.05	**1.05**	14.9	1.18
8	**9.23**	1.23	13.3	1.15	8	9.28	1.28	13.8	**1.16**	8	9.22	**1.22**	13.2	1.15
10	**11.36**	1.36	12.0	1.14	10	11.40	1.40	12.3	**1.14**	10	11.36	**1.36**	12.0	1.14
12	**13.49**	1.49	11.0	1.12	12	13.56	1.56	11.5	**1.13**	12	13.50	**1.50**	11.1	1.13
14	**15.62**	1.62	10.4	1.12	14	15.68	1.68	10.7	**1.12**	14	15.62	**1.62**	10.4	1.12
16	**17.75**	1.75	9.9	1.11	16	17.76	1.76	9.9	**1.11**	16	17.73	**1.73**	9.8	1.11
18	**19.88**	1.88	9.5	1.10	18	19.80	1.80	9.1	**1.10**	18	19.84	**1.84**	9.3	1.10
20	**22.01**	2.01	9.1	1.10	20	22.00	2.00	9.1	**1.10**	20	21.94	**1.94**	8.8	1.10
22	**24.14**	2.14	8.9	1.10	22	23.98	1.98	8.3	**1.09**	22	24.03	**2.03**	8.4	1.09
24	**26.27**	2.27	8.6	1.09	24	25.92	1.92	7.4	**1.08**	24	26.12	**2.12**	8.1	1.09

注：太字の項は皮内直径との関係から直接求めたものであり，他は太字の値から逆に求めたものであ

ここに，これらの関係を図示すれば第9～12図となり，またこれらの値を直径階別に算出したもの，さらにその値から逆に他の樹皮値を算出してみたのが第16表である。

このように，各方法ともそれぞれ高度の相関を示し，特に（1）の皮内直径と皮付直径との関係では，相関係数が0.9989とより高度の相関を示す。したがって，一見この関係から各数値の値を求めた方がより精度が高いように考えられるわけであるが，ただ，この（1）の関係については「樹皮厚または樹皮係数と皮内直径との間になんらの相関関係がなくとも，皮内直径と皮付直径との間には相当高度の相関関係があるから，この場合は相関関係のみを比較して精度や方法をとやかくいうのは結局無意味である」と高瀬[24]は指摘している。

また，各方法による単独算出値から逆に相互の関係を求めたもの（第16表）をみると，（2）の方法によって求めた単独樹皮係数から逆に求めた樹皮厚値が必ずしも直径の肥大につれて大きくならず，一般的傾向と矛盾する結果となり，この式による係数値から算出することは適当でないことがわかった。

また，参考までにこのクヌギの樹皮厚と対比するため，東北地方の薪炭材としての優良樹種であるコナラ，ミズナラの樹皮厚を $Y=aX^b$ の式で算出してみると，コナラ（資料数31本）では $\log B=-0.6721+0.6268\log d$（$r$：0.8028，$s$：0.0871），ミズナラ（資料数56本）は $\log B=-0.7276+0.5733\log d$（$r$：0.7866，$s$：0.0845）の値をうる（第11図，第16表）。この値によれば，ナラ類のうちでもコナラの方がミズナラより皮厚が20～25%大きく，クヌギはこのコナラよりさらに27～41%も大きいことがわかる。

このように，クヌギはカシ属のなかでも特にアベマキとともに樹皮の厚い樹種で，その皮厚は皮付胸高直径4～24cmまでの範囲では18～8%含んでいることになる。したがって，クヌギ材の利用に際しては，当然樹皮を含む形での利用方法が経済的なわけで，たとえば木炭生産の場合でも，白炭生産より黒炭生産の方が有利なわけである。なお，クヌギの萌芽木と植栽放置木との樹皮厚の比較では両者間に差が認められない。

直径と皮付胸高直径との関係

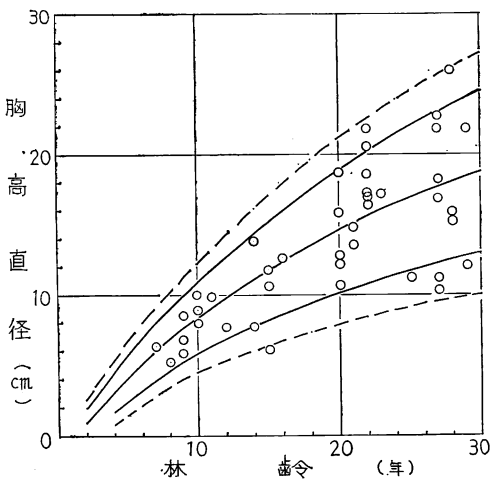
クヌギ					コナラ					ミズナラ				
（4）皮付直径と皮厚率との関係から求めた場合					（3）皮内直径と樹皮厚との関係から求めた場合					（3）皮内直径と樹皮厚との関係から求めた場合				
皮内直径	皮付直径	樹皮厚	皮厚率	樹皮係数	皮内直径	皮付直径	樹皮厚	皮厚率	樹皮係数	皮内直径	皮付直径	樹皮厚	皮厚率	樹皮係数
cm	cm	cm	%		cm	cm	cm	%		cm	cm	cm	%	
4	4.85	0.85	17.5	1.21	4	4.51	0.51	11.3	1.13	4	4.42	0.42	9.5	1.11
6	7.17	1.17	16.3	1.20	6	6.65	0.65	9.8	1.11	6	6.52	0.52	8.0	1.09
8	9.23	1.23	13.3	1.15	8	8.78	0.78	8.9	1.10	8	8.62	0.62	7.2	1.08
10	11.40	1.40	12.3	1.14	10	10.90	0.90	8.3	1.09	10	10.70	0.70	6.5	1.07
12	13.50	1.50	11.1	1.13	12	13.01	1.01	7.8	1.08	12	12.78	0.78	6.1	1.07
14	15.62	1.62	10.4	1.12	14	15.12	1.12	7.4	1.08	14	14.85	0.85	5.7	1.06
16	17.78	1.78	10.0	1.11	16	17.21	1.21	7.0	1.08	16	16.92	0.92	5.4	1.06
18	19.83	1.83	9.2	1.10	18	19.30	1.30	6.7	1.07	18	18.98	0.98	5.2	1.05
20	21.98	1.98	9.0	1.10	20	21.39	1.39	6.5	1.07	20	21.04	1.04	4.9	1.05
22	24.08	2.08	8.6	1.09	22	23.48	1.48	6.3	1.07	22	23.10	1.10	4.8	1.05
24	26.22	2.22	8.5	1.09	24	25.56	1.56	6.1	1.07	24	25.16	1.16	4.6	1.05

る。

VI-4. 皮付単木値の決定と成長量

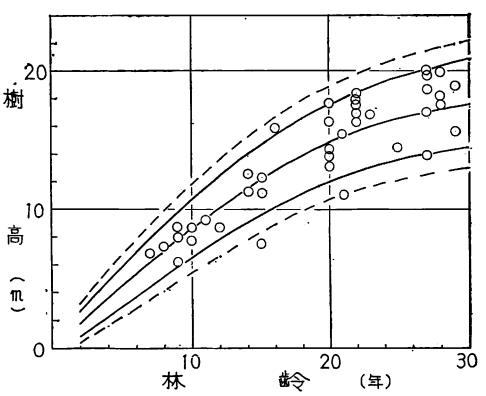
以上のようにして樹皮成長量を算出したが，本取りまとめに際しては（3）の方法によって算出した樹皮厚値を採用して，さきに計算された皮内の値に加算して各年齢に応ずる単木の皮付最終値を決定した（第13～18図）。なお，幹材積の場合は，材積樹皮係数のほか広葉樹幹材積表（青森営林局，昭31）とクヌギ幹材積表（高瀬[24]）の両者から算出したものとを修正して決定した。

注：第13図から第18図の皮付決定値にプロットした値は，資料として用いた樹幹析解木の最終年齢値であり，また，本曲線の決定は前述のように，これらプロットされた資料の過去の年齢に応じた値から誘導したものであるため，プロット値と決定曲線とは必ずしも一致するものではない。しかし，その傾向は当然類似すべきものであることからみて，本決定曲線にはそれほど無理のないことがわかる。

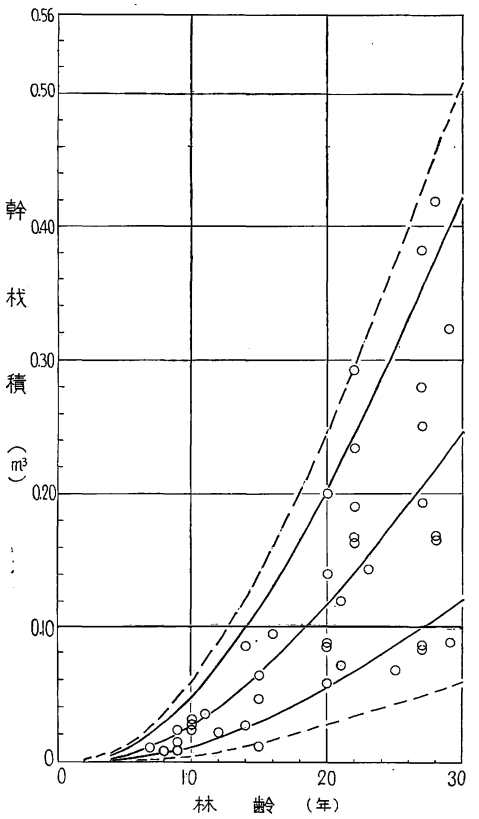


第13図　林齢に対するクヌギ萌芽木の皮付胸高直径

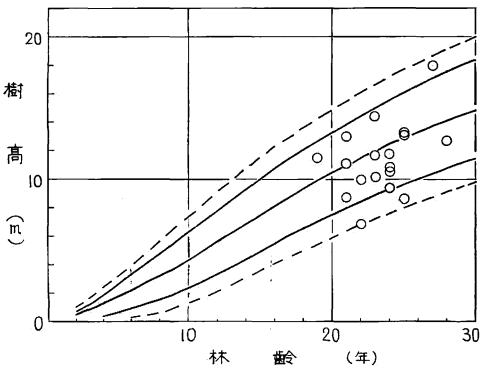
それでは以上の胸高直径，樹高，幹材積について，



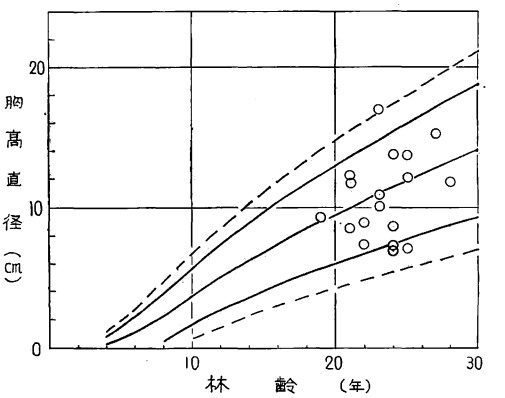
第14図　林齢に対するクヌギ萌芽木の樹高



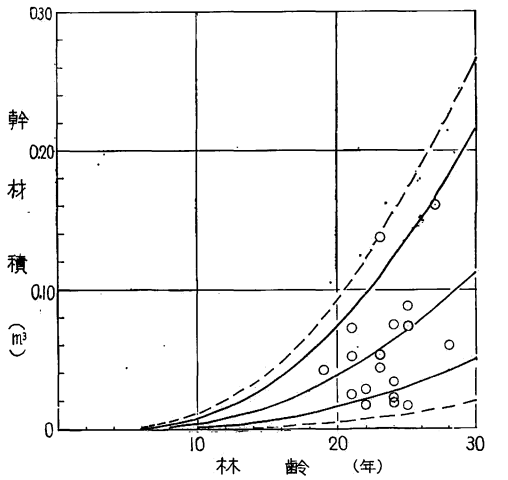
第15図　林齢に対するクヌギ萠芽木の皮付幹材積



第17図　林齢に対するクヌギ植栽放置木の樹高



第16図　林齢に対するクヌギ植栽放置木の皮付胸高直径



第18図　林齢に対するクヌギ植栽放置木の皮付幹材積

萠芽木および植栽放置木別にその連年，平均成長量を考察吟味してみる。なお，連年成長量とは，総成長量の前期および後期の値の差を成長期間（2年）で除した値であり，平均成長量とは，その年齢に応ずる総成長量の値をその年数で除した値をいう。決定値は図上で若干修正して求めた（第17～19表）。

胸高直径の成長……萠芽木の直径成長は，優勢木，中庸木，劣勢木の各木とも，連年成長量において年齢4年（優1.3cm，中1.1cm，劣0.9cm），平均成長量においては6～10年（優1.2cm，中0.9cm，劣0.6cm）を最大として，のち急激に下降する曲線となり，この連年，平均両成長量曲線の交差は優勢木7年，中庸木9年，劣勢木11年となる。一方，植栽放置木の連年および平均成長量は，最初両者とも年齢経過にともなって上昇し，連年成長量においては各木ともほぼ10年（優0.9cm，中0.7cm，劣0.6cm）を最大として，のちやや急激に下降し，平均成長量においては，22年(優0.7cm，中0.5cm，劣0.3cm)

前後を最大として，のち緩徐に下降する曲線となる。この両成長量曲線の交差は優勢木19年，中庸木24年，劣勢木28年にあらわれる（第17表）。

これによると，萌芽木は両成長量において植栽放置木より早期にかなり旺盛な成長量を示すが，ただ年齢20～24年以降の連年成長量において，逆に植栽放置木の方が萌芽木より上回る成長量を示すことが注目される。この現象は，つぎに述べる樹高成長についても認められ，その原因は，主として林木の栄養状態，すなわち両木の養分吸収機能（萌芽と実生）の違いによるものではないかと推察される。

樹高の成長……萌芽木の連年および平均成長量は，優勢木ほど初期の成長量が大きく，劣勢木になるにつれてその最大値が遅くあらわれ，しかも連年成長量は急激に下降し，平均成長量においてはやや急激に下降する（連年成長量の最大値は優2年の1.4m，中4年の0.9m，劣8年の0.8m。平均成長量の最大値

第17表　平均胸高直径の成長量　（単位：cm）

年齢	萌芽木								
	優勢木			中庸木			劣勢木		
年	総成長量	連年成長量	平均成長量	総成長量	連年成長量	平均成長量	総成長量	連年成長量	平均成長量
2	2.0	1.00	1.00	0.9	0.45	0.45	−	−	−
4	4.6	1.30	1.15	3.1	1.10	0.78	1.7	0.85	0.43
6	7.0	1.20	1.17	5.1	1.00	0.85	3.2	0.76	0.53
8	9.0	1.03	1.13	6.8	0.89	0.85	4.6	0.68	0.58
10	10.9	0.98	1.09	8.3	0.80	0.83	5.8	0.60	0.58
12	12.7	0.91	1.06	9.7	0.73	0.81	6.8	0.54	0.57
14	14.4	0.85	1.03	11.1	0.67	0.79	7.7	0.49	0.55
16	16.0	0.80	1.00	12.3	0.62	0.77	8.6	0.45	0.54
18	17.5	0.75	0.97	13.5	0.58	0.75	9.4	0.40	0.52
20	18.9	0.70	0.95	14.6	0.53	0.73	10.1	0.37	0.51
22	20.2	0.65	0.92	15.6	0.50	0.71	10.8	0.34	0.49
24	21.4	0.60	0.89	16.5	0.45	0.69	11.4	0.30	0.48
26	22.5	0.55	0.87	17.3	0.40	0.67	12.0	0.27	0.46
28	23.5	0.50	0.84	18.0	0.36	0.64	12.5	0.23	0.45
30	24.4	0.45	0.81	18.7	0.32	0.62	12.9	0.20	0.43

年齢	植栽放置木								
	優勢木			中庸木			劣勢木		
年	総成長量	連年成長量	平均成長量	総成長量	連年成長量	平均成長量	総成長量	連年成長量	平均成長量
2	−	−	−	−	−	−	−	−	−
4	0.8	0.40	0.20	0.3	0.15	0.08	−	−	−
6	2.2	0.70	0.37	1.1	0.40	0.18	−	−	−
8	3.9	0.85	0.49	2.3	0.60	0.29	0.5	0.30	0.06
10	5.7	0.90	0.57	3.7	0.70	0.37	1.7	0.55	0.17
12	7.4	0.85	0.62	5.1	0.70	0.43	2.7	0.50	0.23
14	9.0	0.80	0.64	6.3	0.60	0.45	3.6	0.45	0.26
16	10.4	0.70	0.65	7.4	0.55	0.46	4.5	0.42	0.28
18	11.7	0.66	0.65	8.5	0.53	0.47	5.3	0.39	0.29
20	13.0	0.63	0.65	9.5	0.50	0.48	6.0	0.36	0.30
22	14.2	0.60	0.65	10.5	0.49	0.48	6.7	0.35	0.30
24	15.4	0.59	0.64	11.5	0.48	0.48	7.4	0.34	0.31
26	16.6	0.58	0.64	12.4	0.47	0.48	8.1	0.32	0.31
28	17.7	0.57	0.63	13.3	0.46	0.48	8.7	0.31	0.31
30	18.8	0.55	0.63	14.2	0.45	0.47	9.3	0.30	0.31

第18表　平均樹高の成長量　　（単位：m）

年齢	萠芽木								
	優勢木			中庸木			劣勢木		
年	総成長量	連年成長量	平均成長量	総成長量	連年成長量	平均成長量	総成長量	連年成長量	平均成長量
2	2.7	1.35	1.35	1.8	0.90	0.90	0.9	0.45	0.45
4	4.9	1.18	1.23	3.6	0.90	0.90	2.2	0.65	0.55
6	7.0	1.06	1.17	5.3	0.87	0.88	3.6	0.73	0.60
8	8.9	0.96	1.11	7.0	0.84	0.88	5.1	0.75	0.64
10	10.7	0.88	1.07	8.6	0.80	0.86	6.5	0.71	0.65
12	12.4	0.81	1.03	10.1	0.75	0.84	7.8	0.66	0.65
14	13.9	0.75	0.99	11.5	0.69	0.82	9.0	0.60	0.64
16	15.3	0.68	0.96	12.8	0.63	0.80	10.1	0.55	0.63
18	16.5	0.61	0.92	13.9	0.56	0.77	11.1	0.48	0.62
20	17.5	0.54	0.88	14.8	0.50	0.74	11.9	0.41	0.60
22	18.4	0.48	0.84	15.6	0.42	0.71	12.6	0.35	0.57
24	19.2	0.40	0.80	16.3	0.35	0.68	13.2	0.30	0.55
26	19.8	0.34	0.76	16.8	0.29	0.65	13.7	0.24	0.53
28	20.3	0.29	0.73	17.2	0.24	0.61	14.1	0.19	0.50
30	20.8	0.25	0.69	17.6	0.20	0.59	14.4	0.14	0.48

年齢	植栽放置木								
	優勢木			中庸木			劣勢木		
年	総成長量	連年成長量	平均成長量	総成長量	連年成長量	平均成長量	総成長量	連年成長量	平均成長量
2	0.7	0.35	0.35	0.5	0.25	0.25	−	−	−
4	2.0	0.63	0.50	1.2	0.35	0.30	0.4	0.20	0.10
6	3.4	0.70	0.57	2.1	0.45	0.35	0.9	0.29	0.15
8	4.9	0.75	0.61	3.1	0.53	0.39	1.4	0.38	0.18
10	6.4	0.75	0.64	4.3	0.60	0.43	2.3	0.45	0.23
12	7.9	0.75	0.66	5.6	0.63	0.47	3.3	0.50	0.28
14	9.4	0.74	0.67	6.9	0.64	0.49	4.4	0.55	0.31
16	10.8	0.72	0.68	8.1	0.63	0.51	5.5	0.54	0.34
18	12.1	0.68	0.67	9.3	0.60	0.52	6.5	0.52	0.36
20	13.3	0.64	0.67	10.4	0.58	0.52	7.4	0.50	0.37
22	14.5	0.60	0.66	11.4	0.54	0.52	8.3	0.46	0.38
24	15.6	0.55	0.65	12.4	0.50	0.52	9.2	0.43	0.38
26	16.6	0.50	0.64	13.3	0.45	0.51	10.0	0.39	0.38
28	17.5	0.45	0.63	14.1	0.40	0.50	10.7	0.36	0.38
30	18.3	0.40	0.61	14.9	0.36	0.50	11.4	0.33	0.38

は優2年の1.4m，中4年の0.9m，劣10年の0.7m)。一方，植栽放置木の成長量は，両者とも年齢経過にともなって徐々に上昇する傾向にあって，連年成長量の最大は優10年の0.8m，中14年の0.6m，劣14年の0.5mに現われ，のちやや急激に下降する。平均成長量では，その最大が優16～20年の0.7m，中18～24年の0.5m，劣22～30年の0.4mに現われて，のちごく緩徐な下降をたどる。また，ここでも直径成長量の場合と同様に，植栽放置木の連年成長量がある時期において，萠芽木のものより上回る現象がみうけられ，その逆転する年齢は直径の場合より早く14～16年に現われる（第18表)。

幹材積の成長……萠芽木，植栽放置木の連年および平均成長量とも，年齢30年までは年齢経過にともなって上昇する曲線を示し，両者はまだ交叉しない。ただ総成長量だけについて考察すると，萠芽木の方が断然上回り，優勢木の例では年齢10年まではほぼ6倍，20年では3倍，30年では2倍の成長量の差を

第19表　平均幹材積の成長量　（単位：m^3）

年齢	萌芽木								
	優勢木			中庸木			劣勢木		
年	総成長量	連年成長量	平均成長量	総成長量	連年成長量	平均成長量	総成長量	連年成長量	平均成長量
2	−	−	−	−	−	−	−	−	−
4	0.004	0.0020	0.0010	0.002	0.0010	0.0005	0.001	0.0005	0.0003
6	0.013	0.0046	0.0022	0.007	0.0025	0.0012	0.003	0.0010	0.0005
8	0.028	0.0074	0.0035	0.015	0.0041	0.0019	0.006	0.0015	0.0008
10	0.047	0.0099	0.0047	0.026	0.0056	0.0026	0.011	0.0024	0.0011
12	0.072	0.0121	0.0060	0.040	0.0070	0.0033	0.017	0.0032	0.0014
14	0.100	0.0140	0.0071	0.056	0.0082	0.0040	0.025	0.0039	0.0018
16	0.132	0.0158	0.0083	0.075	0.0093	0.0047	0.034	0.0045	0.0021
18	0.166	0.0173	0.0092	0.096	0.0103	0.0053	0.044	0.0050	0.0024
20	0.203	0.0187	0.0102	0.118	0.0111	0.0059	0.055	0.0055	0.0028
22	0.243	0.0200	0.0110	0.142	0.0118	0.0065	0.067	0.0060	0.0030
24	0.285	0.0210	0.0119	0.167	0.0124	0.0070	0.080	0.0063	0.0033
26	0.329	0.0220	0.0127	0.193	0.0129	0.0074	0.093	0.0065	0.0036
28	0.375	0.0229	0.0134	0.219	0.0132	0.0078	0.107	0.0068	0.0038
30	0.422	0.0235	0.0141	0.246	0.0135	0.0082	0.121	0.0070	0.0040

年齢	植栽放置木								
	優勢木			中庸木			劣勢木		
	総成長量	連年成長量	平均成長量	総成長量	連年成長量	平均成長量	総成長量	連年成長量	平均成長量
2	−	−	−	−	−	−	−	−	−
4	−	−	−	−	−	−	−	−	−
6	0.001	0.0005	0.0002	−	−	−	−	−	−
8	0.004	0.0012	0.0005	0.001	0.0005	0.0001	−	−	−
10	0.008	0.0023	0.0008	0.003	0.0010	0.0003	0.001	0.0005	0.0001
12	0.015	0.0035	0.0013	0.006	0.0015	0.0005	0.002	0.0007	0.0002
14	0.025	0.0050	0.0018	0.011	0.0025	0.0008	0.004	0.0010	0.0003
16	0.038	0.0065	0.0024	0.018	0.0035	0.0011	0.007	0.0015	0.0004
18	0.055	0.0082	0.0031	0.027	0.0045	0.0015	0.011	0.0017	0.0006
20	0.075	0.0099	0.0038	0.038	0.0054	0.0019	0.016	0.0022	0.0008
22	0.098	0.0115	0.0045	0.050	0.0061	0.0023	0.021	0.0026	0.0010
24	0.124	0.0129	0.0052	0.064	0.0068	0.0027	0.027	0.0030	0.0011
26	0.152	0.0140	0.0058	0.079	0.0075	0.0030	0.034	0.0035	0.0013
28	0.182	0.0150	0.0065	0.095	0.0080	0.0034	0.042	0.0040	0.0015
30	0.214	0.0159	0.0071	0.112	0.0085	0.0037	0.051	0.0045	0.0017

示す。便宜上この成長量の差の分を年数計算してみると，クヌギ萌芽木は同じクヌギの実生または植栽放置木より6～10年くらいはまさっていることがわかる（第19表）。

Ⅶ．クヌギ萌芽林の本数成立の実態について

Ⅵ項では岩手県南地方の現実クヌギ林分（萌芽林と植栽放置林）の実態と単木成長を主体に述べた。しかしクヌギ林造成は，萌芽仕立てによって成林させることをたて前とすることから，ここではこれら現実林分のうち，特に萌芽林分について，その林分内の株を単位とした成立本数の実態とその萌芽形態，さらに林分としての成立本数の算出について述べる。

Ⅶ-1. 萠芽の発生本数とその形態

薪炭林の更新の基礎をなす萠芽の発生生育は，樹種や根株の再生力を左右する伐採時の樹齢や直径関係のほか，根株の貯蔵養分による萠芽の多発生とその発生した萠芽による同化養分の根への補給とその発育，さらに反射的にこれによる地上部の発達というように，地上部と地下部は互いに密接不離の関係をもって栄養を補給しあい，成長を依存しあっている。このように，萠芽にともなう現象は，はなはだ複雑できわめて多数の因子が総合されたものであることから，いちがいに簡単にその成長を論じきれるものではない。

ここでは，これら多数の因子のうち，主としてクヌギの伐採当年における萠芽の発生本数を伐採時の株直径に関係せしめて考察し，さらにはその萠芽形態を株直径，発生本数をもとに吟味してみるにとどめる（第20～22表）。ここで使用した資料は，岩手県一関市萩荘で調査した

第20表　伐根直径別の平均萠芽本数

伐根の直径	萠芽の総数	主なる萠芽の本数
3.0 cm	7 本	6 本
4.5	7	6
6.0	8	6
7.5	8	7
9.0	9	7
12.0	9	8
14.0	10	9
16.0	11	9
18.0	12	10
20.0	12	10

第21表　伐根直径別の萠芽形態

伐根の直径	伐根の数	萠芽の平均根元直径（cm）		萠芽の平均高（m）	
		最大	平均	最大	平均
3.0 cm	9 株	1.2	0.9	1.2	1.0
4.5	30	1.4	1.0	1.4	1.1
6.0	39	1.5	1.1	1.4	1.2
7.5	35	1.6	1.2	1.5	1.3
9.0	17	1.9	1.3	1.5	1.3
10.5	7	1.8	1.5	1.7	1.4
12.0	4	2.6	1.8	1.8	1.5
14.0	6	2.9	1.9	1.8	1.6
16.0	7	2.8	1.9	1.8	1.6
18.0	3	2.8	1.8	1.7	1.5
20.0	3	2.7	1.7	1.7	1.5

第22表　萠芽本数別の萠芽形態

萠芽本数	伐根数	萠芽の平均直径	同左比率	萠芽の平均高	同左比率
2 本	25 株	1.52 cm	100	1.27 m	100
5	44	1.24	82	1.24	98
8	31	1.06	70	1.21	95
11	10	0.97	64	1.18	93
14	5	0.88	58	1.15	91
17	3	0.76	50	1.06	83

ものと明永[1]が仙台で試験した資料から引用したものである（第20表の直径級9.0cmおよび第21表の伐根直径10.5cmまでと第22表は明永による）。

以下各表について考察する。

第20表では，萌芽の発生本数は，ある伐根直径範囲において，その直径の増加にともなって発生本数が増加し，しかもその発生萌芽中には最大萌芽高の1/2以上の高さをもつ萌芽木が80%も含まれている。

第21表では，発生当年における萌芽の根元直径は，伐根直径14cmまでは伐根の大きさを増すにしたがって大となるが，伐根径16cm以上になると萌芽の根元直径値がやや下降する傾向が認められる。高さにおいても直径と同一の傾向が認められるが，その増加，減少の度合は直径ほど顕著ではない。

第22表では，発生萌芽の本数増加にともなって，その萌芽の平均形態が小さくなる傾向がある。すなわち，1個の伐根に多数の萌芽を発生する場合は，少数の萌芽を発生する場合に比較して，その萌芽の高さの割合に比較して直径が著しく貧弱となる（第21，22表の平均値は，発生萌芽中の最大萌芽高の1/2以上の高さをもつものだけについて算出した）。

発生本数だけについてみると，1株あたりの発生最多本数が30数本を数えるものもあるが，全体的には全株数の60%強が1株あたり5～8本の発生にとどまっている。ここでいう萌芽の発生本数とは，1株から発生する大小の萌芽木を全部含めて数えたものをさすが，この総本数の多少とその萌芽木の形態とは密接な関係を有するものである。すなわち，株あたりの萌芽木を平均した場合には，前述のように発生本数の多いものの形態が小さくなるが，反面，株内の萌芽木を大きいものから数本を比較した場合には，発生本数の多い株のものほど優勢である。

このことについては，後出の萌芽の成立本数とその形態の項でもふれるが，筆者らの試験結果ではコナラの場合でもこのことが認められた。コナラの場合，極端な例では1株あたりの発生本数が10本以下のものの形態と100本以上発生するものの形態を大きいものから5本を単木的に比較した場合には，発生本数10本以下のものの形態は，根元直径で40～60%，樹高では35～50%を占めるにすぎなかった。もっとも，1株からの発生萌芽のなかには，すこぶる成長の良好なものと極端に不良なものとが混在している場合が多いもので，しかも1株からの発生本数がいくら多くなっても，ある数以上には優良萌芽木が多くならず，むしろ不良萌芽木が多く含まれてくる傾向が強いものである。この不良萌芽木は比較的早期に自然淘汰されてしまい主林木になることはまずない。したがって，現実的な発生本数の問題は，あくまでも優良萌芽本数の多少が問題となろうが，将来の生育を考慮した場合には，やはり萌芽を多数発生できる株を確保することが重要で，それには当然伐採木の直径範囲等を考慮しなければならない。また，クヌギの場合は，コナラ，ミズナラと比較して健全な萌芽を多く発生する傾向があることから，更新上は他の樹種よりは有利であると思われる。

Ⅶ-2．萌芽の成立本数とその形態

萌芽の発生生育にともなう現象は，非常に複雑であることは前項で述べたが，発生後は特に地上部と地下部との相互関係が密接になるとともに，やがて地上部間の生存競争がはじまる。したがって萌芽の成立本数は，発生の初期ほど1株あたりの本数が多いが，年の経過につれて同一株の萌芽木間さらには林分として他の株との間で生存競争が激しくなり，貧弱な萌芽木ほど早期に淘汰されて成立本数は年々減少するものである。

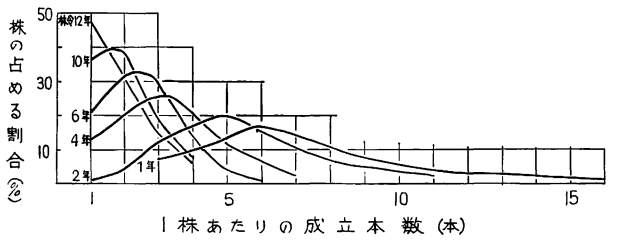
伐採後の年齢経過にともなう成立本数の自然減少の推移は，各林分によってそれぞれの環境や株の配置

等によって差があることから，厳密な意味での把握は非常にむずかしい。ただ，ある1林分だけを対象とした場合には，その林分の伐採後の萌芽発生から収穫伐採にいたるまでの期間について，継続的に調査すれば一応の推移過程が把握できるが，それには長期間を要することから現実にはなかなか困難である。

ここでは一般的傾向の把握の意味において，岩手県一関市萩荘地区の調査資料（写真9～15参照）をもとに，林齢を異にした林分について，その林分内の1株あたりの成立本数の実態とその萌芽形態について考察してみる（第19～22図）。

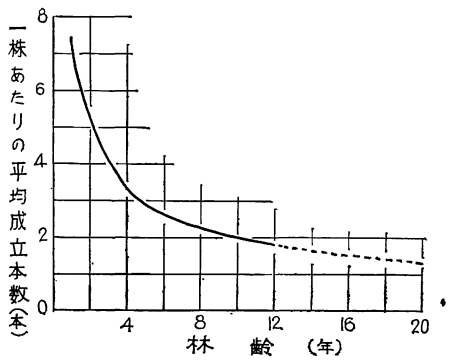
第19図は，林齢1，2，4，6，10，12年の林分を対象に，その林齢別の各林分内における1株からの成立本数別の株の占める割合を表わしたものである。これによると，林齢の若い林分ほど1株あたりの成立本数が多い株を多く所有していることがわかる。すなわち伐採当年目の林分では，1株あたり6本を成立している株をモードとして，最少1株3本から最多16本までと広範囲に分布する。これが林齢2年になると，そのモードは5本立ち株にあらわれるとともに，1株から12本以上成立している株がなくなる。林齢4，6年になると，1株から7～8本以上成立している株がなくなり，さらに林齢10，12年になると1株から5本以上成立している株がなくなって，林分内の80%までが1本立ち株と2本立ち株で占められる。この結果，林齢12年までの各林分内における1株あたりの平均成立本数は，第20図のような減少推移をたどることが予想される。

以上のように，株あたりの発生萌芽の成立本数は，年の経過につれて漸次減少するが，特に初発生後3～4年目まではかなり激しい減少が起こるようである。また，この本数減少の度合をミズナラ，コナラと比較した場合，クヌギはこれらナラ類より急激な減少経過をたどることを知るが，これはクヌギそのものの性質によるもののようである。



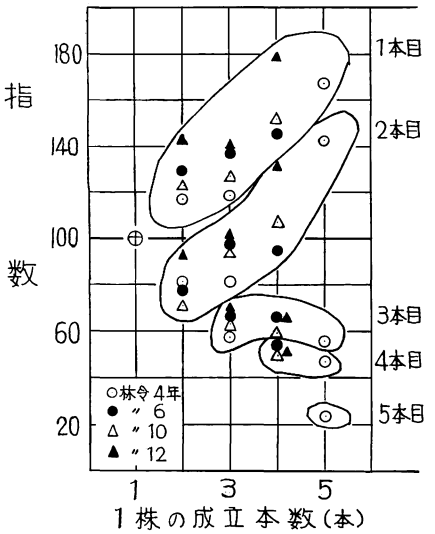
第19図　林齢別の林分内における成立萌芽本数別の株の占める割合

つぎに林齢別の各林分について，その林分内で1株あたりの成立本数を異にして株の萌芽形態を胸高直径と樹高の面から考察してみる（第21，22図）。

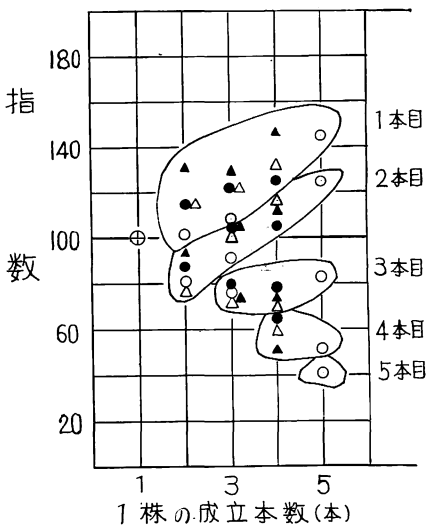


第20図　林齢別の林分内における1株あたりの平均成立本数

まず，横軸に1株あたりの成立本数をとり，縦軸に1株1本立ち萌芽の直径，樹高の値を100とした指数をとって吟味してみると，林齢別の各林分とも，その林分内で1株あたりの成立本数が多い株ほどその中に直径，樹高のすぐれた萌芽木を混入していることがうかがわれる。常識的には1株あたりの成立本数が少ないものほどその萌芽木の値も大きいと思われるが，それは1株あたりの成立木を平均化した場合であって，成立本数が多い株のものほど，そのなかの優良な1，2本がそうでない株のものに比し優勢である。しかもその優勢木は，年齢経過に



第21図　１株１本立ち萌芽の胸高直径を100 とした成立本数別の形態指数



第22図　１株１本立ち萌芽の樹高を 100 とした成立本数別の形態指数

ともなって，なおいっそう優勢になる傾向が認められ，特に直径においては著しい。

この原因を推察すると，萌芽を多数発生できる株は，それだけ株そのものが強健で，その発生本数のなかには特に優勢な萌芽を１，２本含んでいるためではないかと思われるし，反対に発生当初において，１株から１～２本より発生できない株は，それだけ株そのものの強健度も低く，したがってその萌芽木はそれほど優勢にならないためではないかと思われる。また，萌芽の発生後は，地上部（萌芽木）と地下部（根）とは密接不離の関係をもって栄養を補給しあうわけであるが，特に１株あたりの成立本数が多い場合は，それだけ同化養分の根への補給が多いことが考えられ，その結果，発生初期の優勢萌芽木はその養分を特に多量に吸収するため，後年においていっそう優勢になるのではないかと推察される。このほか，萌芽発生株の大・小（同一年齢のものでも株の大きさにはかなりの幅があることが予想される）による影響も考えられる。ただ，これの実際調査にあたっては，現実萌芽林分で林齢が４年以上にもなると，その切株が腐朽または発生萌芽の地ぎわの融合によって，株の原形をとどめているものが少ないことから，厳密には株径の測定が困難である。

以上は，自然放置した場合の萌芽木の減少とその残存萌芽木の形態について考察したものであるが，この淘汰を人為的に行なうのが萌芽整理である。その目的は，樹種を問わず残した萌芽木の成長量を増大することにあるとされている。さて，実際の整理にあたり，それでは１株に何本残すのがよいかということになると，それには樹種や株の大きさ，立木疎密度等によって差異があることから，いちがいには断定できなくなる。ただ，従来の研究によると，一般広葉樹では萌芽の発生後３～５年目の萌芽自体の優劣が判然とした時期にその立地に適した本数（一般に将来の枯死を予想して１株あたり２～３本くらい，最多５本）を残しているようである。クヌギの場合は，その発生萌芽が特に成長旺盛なことから，風，雪等により，その萌芽が発生基部からモギとられやすい傾向にあること，さらには密立すると自然的に１，２本立ちになりやすい性質（写真７，８参照）があること等の理由から，東北地方では一般に安全を見込んで萌芽整理を行なわない傾向が強いようである。

Ⅶ-3. 林分成立本数の算出

前項では株を単位とした萌芽の成立本数の実態について述べたが，ここでは林分としての成立本数の算出について述べる。なお，ここでの林分は，萌芽林分をさすもので，しかもその林分は，完全にクヌギの純林であることをたて前とする。

立木本数は，収穫表の構成要素の重要な一因子であって，その多少は直接林分材積に影響するものであることはいうまでもないが，特に萌芽林の場合は，萌芽発生の因子が複雑で，しかもその後の成立本数においても立地条件等によって左右されやすいことから，その本数決定は，用材林よりいっそう困難で判然としないものである。

当地方の現実クヌギ林は，Ⅵ－1で述べたように，そのほとんどが他の広葉樹と混交していることから，いままでの調査資料では，クヌギ純林としての成立本数の把握は困難である。そこで，ここではつぎの方法によって，林分本数の算出を試みた。

その方法は，クヌギ林造成は萌芽更新をたて前とすることから，その林分はあくまでも萌芽林である。したがって，クヌギは萌芽性をとった一広葉樹であるという見地から，東北地方のコナラ，ミズナラを主とする薪炭林の資料を用い，そして，その本数計算は「本数は林齢，地位に無関係な平均直径の一値函数である」という，いわゆる Wimmenauer の法則に準じて算出する方法である。

方法について述べると，考え方としては，Y軸に ha あたり本数（N），X軸を林分平均直径（$\bar{D}$）として，両者の関係を吟味するものであるが，その資料は，第13表中のクヌギ萌芽林のものと筆者らが過去において収集した東北地方（青森，岩手，宮城の3県下）のナラを主とする薪炭林の209個の標準地の資料[7]を用いた。ただこの場合，厳密には林分の平均直径に対する林分の本数密度は，クヌギ林とコナラ，ミズナラを主とする薪炭林のものとでは異なることが考えられることから若干問題が残るが，ここでは便宜上両林分の資料をこみにして計算することにした。

この方法によって，$\bar{D}$：Nの関係を作図すると，第23図のようになる。それによると同一平均直径をもつ林分でも，その林分の成立本数にはかなり差があるが，資料全体としては$\bar{D}$とNの間には両対数方眼紙上で直線相関が認められ，したがって両者の関係は $N=a\bar{D}^{b}$ の式で表わされることを知る。そこで，ここではX軸で示す平均直径をもった萌芽林の場合，その林分の成立本数がこれ以上多くならない限界線を特性曲線とし，一方，X軸の平均直径をもった林分において普遍的にでてくる成立本数線，すなわち全資料の$\bar{D}$：Nの中央値を管理曲線として計算することにした（第23図）。

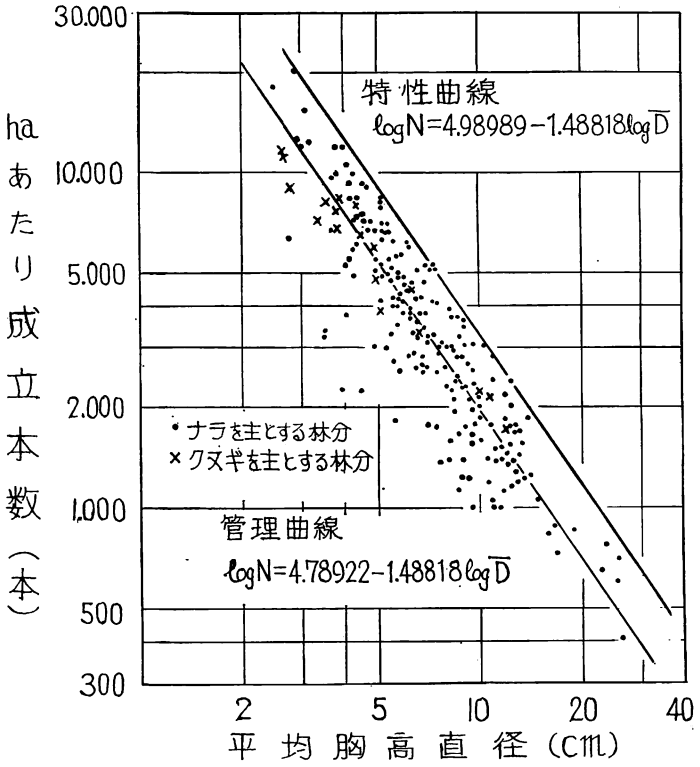
計算値は，

最大値（特性曲線）：$\log N=4.9898923-1.4881812\log \bar{D}\cdots\cdots N\fallingdotseq 97,700\bar{D}^{-\frac{3}{2}}$

中央値（管理曲線）：$\log N=4.7892241-1.4881812\log \bar{D}\cdots\cdots N\fallingdotseq 61,550\bar{D}^{-\frac{3}{2}}$

となる。これによると，ひろく自然状態の同種群落の密度と個体との間に認められている「3/2 乗則」が薪炭林の林分平均直径と林分密度との間にも作用していることがわかる。また，上記特性曲線に対する管理曲線の本数密度比数は63％になる。

ここに，薪炭林の平均胸高直径に対する最大本数密度を求め，これと対比するため，坂口[20]のわが国主要針葉樹のそれを第23表として示してみた。これによると，同一平均直径をもつ林分の最大本数密度は，各樹種によって異なることを知るが，その本数差は各樹種の特性（主として枝張り）をよく表わしているものと解される。特に薪炭林の場合は，用材林と比較して本数密度が極度に低いものであることがわかる



第23図　皆伐薪炭林林分の平均直径と成立本数の関係

第23表　樹種別最大本数密度

胸高直径	最大本数密度				
	薪炭林	スギ	ヒノキ	アカマツ	カラマツ
6 cm	6,790本	17,061本	12,051本	11,432本	10,792本
8	4,425	10,674	8,158	7,137	6,568
10	3,175	7,419	6,029	4,952	4,467
12	2,420	5,509	4,708	3,672	3,253
14	1,924	4,286	3,820	2,853	2,498
16	1,577	3,447	3,187	2,292	1,984
18	1,324	2,844	2,716	1,890	1,618
20	1,132	2,396	2,355	1,591	1,328

であろう。

さて，現実のクヌギ林造成にあたり，haあたり何本植栽して，伐採後はその切り株から萌芽を何本成立させるのがよいかということについては，今後いろいろの要素と合わせてもう少し吟味してみる必要があろう。ただ，かりにクヌギ萌芽林の成立本数が，一般薪炭林のものと同じ成立傾向を示すものであるとするならば，ここでの植栽本数の決め方としては大体つぎの手順となる。

1．最初に期待する伐期（期待胸高直径）を決める（第17表の萌芽木欄参照）。

2．その時の成立可能本数を前述の特性曲線式によって計算する。

3．その計算本数を第20図で示す林齢階でもつ1株あたりの成立可能本数で除す。

以上によって誘導された値が必要株数すなわち必要最少限の植栽本数となる。

たとえば，萌芽木の平均直径11cm（林齢14年）を伐期とするときは，その時の成立可能本数の算出は，特性曲線による $\log N=4.9898923-1.4881812\log \bar{D}$ の $\log \bar{D}$ に平均直径11cm(対数値1.0413927)を代入する。ゆえに成立可能本数は $\log N=4.9898923-1.5497810$，これを解いて $\log N=3.4401113$，真数になおすと2,755本となる。この2,755本を第20図の林齢14年で示す1株あたりの平均成立本数1.7本で除すと必要最小限の株数1,621本が誘導されるわけである。

したがって，植栽木が完全に活着するものとすれば，計算上はhaあたり1,700本程度を植栽しても当初の生産量を期待することが可能であることになる。ただ，ここで注意を要することは，本取りまとめでのクヌギの平均直径の算出は，各林分において弱度の萌芽整理を前提とした資料から算出されたものであることから，現実の株数の確保にあたっては，この計算値より10～20%上回らなければならない。また，今までの調査および植栽試験成績からみて，植栽木を第1回目の収穫伐採まで100%残存させることは至難のわざであり，さらに伐採後においても，その切り株は全部萌芽発生をみるとは限らないし，また萌芽発生をみても，その発生萌芽が風，雪，雨等によってその根元からモギとられる被害も考慮しなければならない（コナラの試験例では，伐採当年目において無萌芽株が全株数の約13%を占め，さらにその後枯死株を生じて，伐採10年後には全伐採株数の27%が枯死株となっている[8)]）。したがって，実際の植栽に際しては将来の安全を見込んで，植栽本数を計算値より50%くらい余計にしておくことが無難であろう。

林分材積については，厳密な意味では算出できないが，ただ第17表で示す中庸木の値を林分の平均と見なした場合は，これを本数倍することによって林分の材積が計算できる。すなわち，第17表で示す萌芽中庸木の各林齢でもつ平均直径に対する本数を前述の成立本数曲線値によって誘導する。つぎに，その誘導本数に単木の幹材積を乗ずることによって算出される。

それでは，参考までに第17表の萌芽中庸木の各林齢でもつ平均直径をもとに，管理曲線値によって当地方萌芽林の平均的な成立本数を誘導して林分材積を計算し，その成長量に矛盾がないよう修正してかか

第24表　宮城・岩手県南地方クヌギ萌芽林の収穫量

年齢	中庸木の平均値			haあたり				
	胸高直径	樹高	幹材積	本数	幹材積	成長量		成長率
						連年	平均	
年	cm	m	m^3	本	m^3	m^3	m^3	%
4	3.1	3.6	0.002	11,450	22.9	5.7	5.7	−
6	5.1	5.3	0.007	5,414	37.9	7.5	6.3	21.0
8	6.8	7.0	0.015	3,540	53.1	7.6	6.6	17.5
10	8.3	8.6	0.026	2,635	68.5	7.7	6.9	16.0
12	9.7	10.1	0.040	2,088	83.5	7.5	7.0	15.1
14	11.1	11.5	0.056	1,746	97.8	7.2	7.0	14.4
16	12.3	12.8	0.075	1,483	111.2	6.7	7.0	14.0
18	13.5	13.9	0.096	1,291	123.9	6.4	6.9	13.7
20	14.6	14.8	0.118	1,153	136.0	6.1	6.8	13.5
22	15.6	15.6	0.142	1,041	147.8	5.9	6.7	13.3
24	16.5	16.3	0.167	954	159.4	5.8	6.6	13.2
26	17.3	16.8	0.193	885	170.8	5.7	6.6	13.1
28	18.0	17.2	0.219	831	182.0	5.6	6.5	13.1
30	18.7	17.6	0.246	785	193.0	5.5	6.4	13.0

げると第24表となる。この算出値について，林分の法則性，特に平均直径に対するhaあたりの幹材積（$\bar{D}:V$），平均樹高に対するhaあたりの幹材積（$\bar{H}:V$），haあたりの本数に対するhaあたりの幹材積（$N:V$）の関係について吟味してみると，各両者の関係は両対数方眼紙上で高度の直線相関が認められる。

当地方クヌギ萌芽林の管理値による連年成長量は，第24表からみて林齢10年における7.7m³を最高として，のち年の経過につれて下降する。平均成長量は林齢12～16年までの7.0m³を最高としてのち下降する。したがって，量的にみて両成長量の交差する14年を伐期とするときは，平均直径11cm，幹材積98m³が期待される。なお，ここで期待される本数，幹材積は，ごく一般的に施業した場合のものであって，必ずしも収穫最多量ではない。

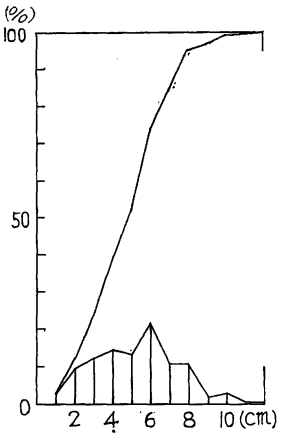
また，この成長量を参考までに当地方のナラを主とする天然生薪炭林の収穫量[28]と比較してみると，クヌギ萌芽林は現実の天然生薪炭林のものより著しく上回り，林齢14年の場合では収穫量においてほぼ2倍，年数計算では約10年まさっていることがわかる。

Ⅶ-5．胸高直径階別の本数分布

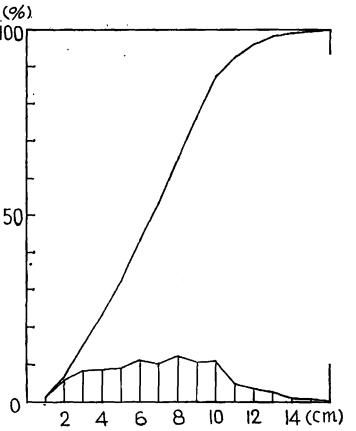
前項では，平均直径を基準として林分の本数算出を試みた。この平均直径を基準とした場合，特に懸念されることは，平均直径の算出が単にその林分内での直径の平均値であって，その算出の基礎となった直径階別本数分布の分布型とは無関係に求められていることである。現実林分においては，同一の平均直径をもつ林分があったとしても，その林分内での直径階別本数分配は必ずしも同一のものばかりではないし，また，その林分がかりに正規分布をするものであっても，密度の高い林分では直径分布の幅が狭く，疎である林分ほど分布が広いものであろう。特に萌芽林の場合は，その萌芽自体の成長にかなり優劣があるものであることから，同一の平均直径をもつ用材林の林分よりは直径階別本数分布の幅がかなり広いものであることが予想される。

クヌギ萌芽林造成の主目的は，良質の黒炭生産にあるため，伐採の適期は木炭の品質の最も優良な時期に定められる場合が多く，いきおい伐採適期は林齢，樹高のいかんよりも，むしろ胸高直径の大きさによって定められる場合が多い。したがって，クヌギ林分内での直径階別本数分布は，理想的には平均直径をモードとして，その尖度が鋭峰で，しかも分布の幅が狭い分布型の林分が望ましいわけである。高瀬[16]によれば，クヌギ萌芽林の直径階別本数分配は，一般に著しく正規分布と異なるものが多い。歪度は一般に左傾が多い。尖度は一般に鈍峰である。モードが1個のもの（単峰）もあるが，多くはモードが2個（双峰）または3個以上もある。またかりに単峰であっても尖度からみれば鈍峰であるものが多いとされている。

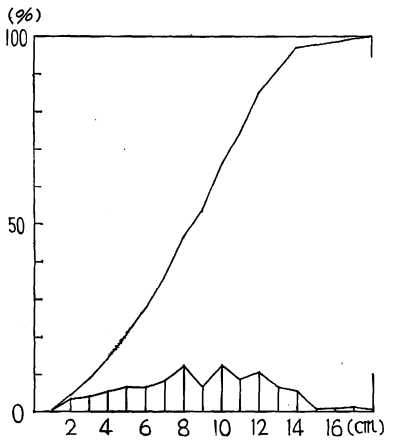
ここで，今までの林分調査の資料から，この点を吟味してみればいいわけであるが，残念なことにその採集資料は，前述したようにそのほとんどが他の広葉樹と混交しているものであることから，厳密な意味ではクヌギ萌芽林としての直径階別本数分布の把握はできない。ただ参考までに各平均直径をもつ林分別にその林分内のクヌギの直径階別本数の累積分布を算術確率紙を用いて検討してみると，ほぼ直線傾向が認められた。したがって，その分布は正規型に近いことを知るが，その直線は右に強く傾斜することから，直径分布の幅はかなり広いものであることだけはうかがえる。もっとも，混交林分内においてのクヌギは，他の広葉樹よりも成長がかなり旺盛であることから，林分内での上層を占有しており，その結果実質的には疎林分の直径階別本数分布型に近いものになることから，このような傾向を示すものとも推察さ



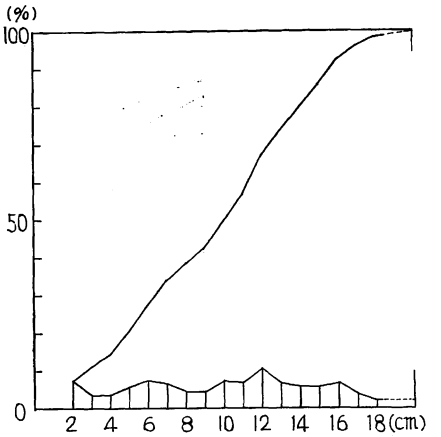
第24図の１　平均直径５cmの林分



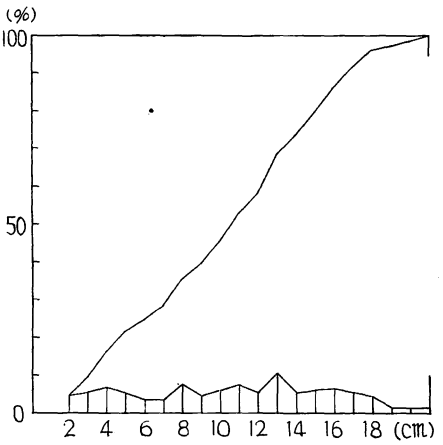
第24図の２　平均直径７cmの林分



第24図の３　平均直径９cmの林分



第24図の４　平均直径10cmの林分



第24図の５　平均直径11cmの林分

第24図　直径階別の本数分配（割合と累積分布）

れる。ここに便宜上普通方眼紙を用いて，直径階別の本数分配を示せば第24図の1～5となる。

Ⅷ．クヌギの樹冠占領面積

樹木の単木的なクローネ占領面積は，各樹種によっても異なるし，さらに同一樹種でもその成立している林分の疎密の程度によっても異なるものである。特に樹種の混交した林分の場合や，萠芽林の場合などは，その林分内の個樹の成長にかなり優劣があるものであることから，成長の旺盛なものほど上層を占めて樹冠を拡張し，成長の緩慢なものほど被圧されて，イジケタ樹冠になることが多い。したがって，厳密な意味での個樹のもつクローネ占領面積は，同一樹種の同一直径のものでも，その成立している林分の種類や構造（萠芽林，混交林，一斉林，複層林およびその林分の本数密度の多少等）によって大部異なるものであることが予想される。

クローネ面積の算出方法としては，一般的には立木個樹の水平的なクローネ投影によったものから求める場合が多い。この他にクローネ直径（立木位置を中心においた最大枝張りとこれに直角方向の枝張りの長さを測り，両者の平均をもって直径とする）だけを測定して，その円面積を求め，この円面積と投影による実測クローネ面積との関係を計算しておくと，以後はクローネ直径だけの測定によって算出する方法も考えられる。しかし，いずれの方法を採用するにしても相当の手数がかかることはまぬかれないし，また，その算出値にはかなりの測定誤差が含まれているものであろう（クローネの表現方法として，特に針葉樹ではクローネ面積によらないで，クーロネ長による場合が多い）。

さて，ここではクヌギ皆伐萠芽林（資料数144本），コナラ，クリ混交皆伐萠芽林（資料数コナラ144本，クリ87本）およびナラ類その他広葉樹の混交択伐萠芽林分について，その林分内で占めているこれら各樹種の直径階別の単木クローネ面積について考察してみる。なお，ここでのクローネ面積値は各樹種ともクローネ投影によったものから求めたものである。その資料は，クヌギについては岩手県一関市萩荘，コナラ，クリ混交林のものは大沢薪炭林試験地（岩手県宮古営林署管内）の現実林分から採取したものであり，広葉樹択伐林については平内薪炭林試験地[28]の基準林で示す値を引用した。

胸高直径とクローネ面積の関係は，Y軸にクローネ面積（Q），X軸を胸高直径（D）としてみると両者の関係は半対数方眼紙上で直線相関が認められる。したがって，両者の関係は$Y=ae^{bx}$の式で表わされる。その結果，各樹種の胸高直径に対する単木クローネ面積の計算値は第25図，第25表となる。

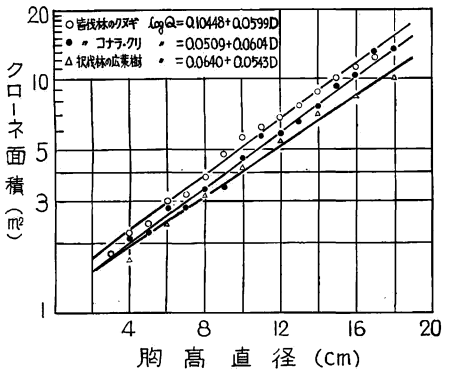
皆伐萠芽林のクヌギ：$\log Q=0.10448+0.05991\,D$

皆伐萠芽林のコナラ，クリ：$\log Q=0.05094+0.06047\,D$

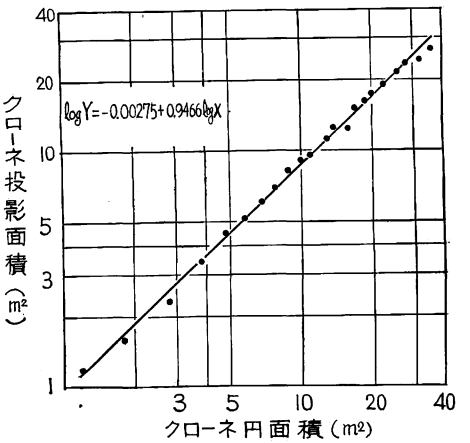
択伐萠芽林の一般広葉樹：$\log Q=0.06406+0.05435\,D$

これら3種の計算値についてみると，胸高直径18cmまではクヌギのクローネ面積が最も大きく，択伐林の広葉樹のものが最も小さい。ただここで注意を要することは，これらの資料は，1林分を構成している場合の林分内で占めている各樹種の直径階別の単木クローネ面積であって，各林分内での平均直径のもつ単木クローネ面積ではない。特に現実林分のクヌギの場合は，同一林分内でも他の混交している樹種よりも成長がかなり旺盛であるため，その林分内では概して上層木として優勢で，実質的には各木とも疎林分に近い樹冠を形成する傾向がある。そのため，ここでの資料として用いた各調査林分の単木クローネ面積は，純林の場合のものに比較して過大に算出されていることが考えられる。

また，各調査林分でもつhaあたりのクローネ占領面積については，ここでの資料（林分内の全樹種を



第25図　胸高直径に対する単木のクローネ面積



第26図　クローネ投影面積とクローネ円面積の関係

第25表　胸高直径に対する単木のクローネ面積

（m²）

胸高直径	クヌギ（皆伐林）	コナラ・クリ（皆伐林）	一般広葉樹（択伐林）
2 cm	1.68	1.49	1.49
3	1.92	1.71	1.69
4	2.21	1.96	1.91
5	2.54	2.26	2.17
6	2.91	2.59	2.46
7	3.34	2.98	2.78
8	3.84	3.43	3.15
9	4.40	3.94	3.57
10	5.05	4.53	4.05
11	5.80	5.20	4.59
12	6.66	5.98	5.20
13	7.64	6.87	5.90
14	8.77	7.90	6.68
15	10.07	9.08	7.57
16	11.56	10.43	8.58
17	13.27	11.99	9.73
18	15.24	13.79	11.02

第26表　クローネ直径の測定によって算出したクローネ円面積とクローネ投影によって算出したクローネ実際面積との関係　（m²）

クローネ円面積	投影実際面積
2	1.92
4	3.69
6	5.42
8	7.11
10	8.79
12	10.44
14	12.08
16	13.71
18	15.33
20	16.94
22	18.54
24	20.13
26	21.71
28	23.29
30	24.86

対象としていない）からだけではその占有量を把握できないが，ただ択伐林については，その引用した平内試験地の基準林で示すhaあたりの占領面積は次のようになっている。

1. 伐期齢24年，回帰年8年の3段林の場合　14,774m²
1. 伐期齢16年，回帰年8年の2段林の場合　14,193m²
1. 伐期齢30年，回帰年10年の3段林の場合　13,536m²
1. 伐期齢32年，回帰年16年の2段林の場合　14,484m²

これによると，各基準林とも大約haあたり14,000m²強のクローネ面積を保有することになっている

し，また樫村[5]の発表によれば，ブナ林の場合の占領面積はhaあたり15,000m²強をもつとされている。

つぎに参考までにクローネ投影によるものから算出した実際のクローネ面積（Q）と，クローネ直径のみを測定して，その直径から計算したクローネ正円面積（G）との関係について考察してみる（以後前者をクローネ投影面積，後者をクローネ円面積と呼ぶことにする）。資料は前述したものを用い，特にクローネ円面積については，実測投影図の図面上で測定した直径から算出した。

両者の関係は，両対数方眼紙を用いて，Y軸を投影面積，X軸を円面積とした場合，直線相関が認められる（第26図）。したがって$Y=aX^b$式を適用して計算してみると，$\log Q=-0.00275+0.94662\log G$となる。

ここに，この両者の面積値をかかげると第26表となって，当然ながらクローネ直径のみの測定によって，算出した円面積の方が大きく，しかも実際のクローネが大きくなるほど両者の差が大きくなる。すなわち，このことは現実のクローネ面積が小さいものほどそのクローネはより正円形に近いが，逆にクローネが大きくなるにつれて不規則な円形になることを示すものであると思われる。なお，樹木のクローネの表現方法については従来統一した方法がなく，おのおの目的によってその表現法が異なるようであるが，いずれ各方法を検討し，統一する必要があろう。

IX. クヌギの樹幹形状

その樹種の幹形，すなわち樹幹の特徴を知っておくということは，その材を利用するうえから便利であり，また効率的である。特に樹幹形は樹種または同一樹種でも密度によって異なり，その相違は直接幹材積を異にするものである。この樹幹形状の簡単な比較をするのに便利なのが形状商で，これは樹幹上の一定高または種々の高さに対して計算される。なかでも一般的な表わし方としては，

$$\text{形状商}=\frac{\text{樹高の 1/2 での直径}}{\text{胸 高 直 径}}$$

が用いられる。

さて，それではクヌギの幹形が，どのような特徴をもっているかを萌芽木（45本）と植栽放置木（34本）とに分けて，

$$\text{形状商（1）}=\frac{H\text{の 1/2 での直径}}{\text{胸高直径}}\text{と形状商（2）}=\frac{\text{地上 0.2m 高での直径}}{\text{胸 高 直 径}}$$

によって検討しみよう。

まず，Y軸に形状商（1），（2）をとり，X軸を胸高直径として萌芽木，植栽放置木別の各樹幹析解木からの値を普通方眼紙にプロットしてみると，X・Yの関係は第27図のようになって，直線式$Y=a+bX$の一次式で表わすことができる。この結果，形状商（1）においては，プロットした図面上で萌芽木と植栽放置木との間にはそれほど差が認められないので，両木一括したもので算出すると，形状商（1）は$K=0.6792-0.0005D$の値をうる。これによると，両木とも直径28cmまでは形状商（1）の値が0.67～0.66とほとんど直径に左右されない。形状商（2）では両木に差があり，萌芽木は$K0.2/1.2=1.31-0.0018D$，植栽放置木は$K0.2/1.2=1.35-0.0074D$で萌芽木の方が植栽放置木より大きい値を示す。特に直径の肥大につれてこの差が大きく現われ，ここでの最高胸高直径である26cmでは，萌芽木の方が約10%も上回る数値となる。このことは，萌芽木の方が植栽放置木より幹足の大きい幹形にあることを物語るもので，この現象は萌芽木の特徴のあらわれであるといえよう。

また，このクヌギの幹形と対比するため，コナラ（資料数50本）についても同一方法で形状商（1）を求めると，$K=0.829-0.0068D$ の値を得，その直線は直径の肥大につれて低下する形となる（第27図）。このコナラの値は，小径級ほどクヌギより大きいが，反面，直径22cmを過ぎるころからは逆にクヌギより下回る数値となる傾向がある。すなわち，クヌギは直径の大小にそれほど左右されないで一定の形状商（1）を有するのに対し，コナラの形状商（1）は直径の肥大につれてその値が低下するわけである。

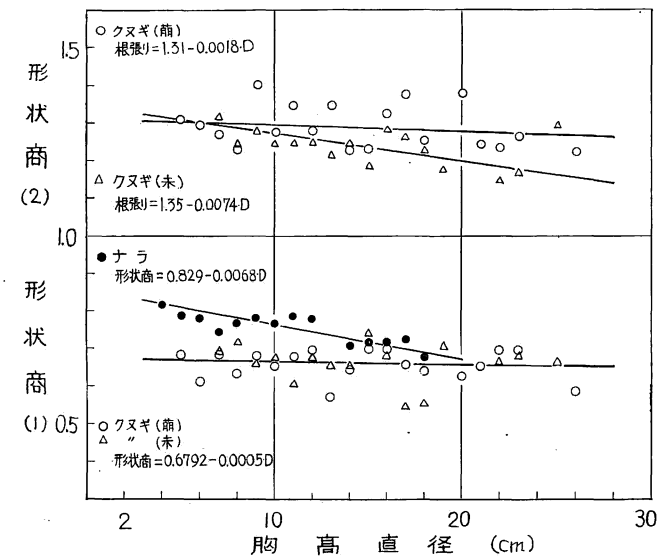
このように，クヌギとコナラとは同属でありながらもかなり違った幹形（樹幹の細り具合）を示すが，この相違の原因は両樹種の特性によるものか，それとも両者の林分構造の違いによるものかは，ここでは厳密には断定できない。ただ，ここでいえることは，クヌギの場合は主幹が通直で太枝の発生が少ない（ただし細枝の着生は多い）のに対し，コナラは直径の肥大につれて太枝を強く発生する傾向があることだけで，これは両者の林分観察でも容易に認めることができる。

以上のように形状商（1）の値は，一般的には同一樹種でも樹高の低いもの（概して小径級）ほどその値が大きく出るものであるが，さらに樹幹形を細部にわたって把握するには，同一樹種でもその樹高別，しかも同一樹幹についても種々の高さに対して求めなければならない。特に広葉樹の場合は，針葉樹よりも樹齢の経過につれて太枝の発生が強くなり，その上部の主幹が極端に細くなる傾向があることから，一般的な形状商 $\left(\frac{H\text{の}1/2\text{での直径}}{\text{胸高直径}}\right)$ の算出だけではその個樹の幹形を完全にあらわすことがむずかしい。したがって，広葉樹については，枝張りが強くなるにつれて，種々の高さに対して求めなければならないと思われる。

ここで，この点をもう少し詳しく検討してみよう。それには，まず前述したように，各個樹の樹高別のしかも樹幹上の各高さでの細りを的確に把握すればいいわけで，その表わし方としてはつぎの関係から求められる。

すなわち，h/H と d/D との関係

H：総樹高　h：任意の高さ　D：胸高直径　d：任意の高さでの直径



第27図　胸高直径に対する形状商

方法としては，普通方眼紙を用いて，Y軸にd/Dの値をとり，X軸をh/Hの値として両者の関係を吟味すればいいわけである。作図すると必ずY軸のd/DがX軸のh/Hが1である点に向かって下降する直線または曲線が得られる。そして，その傾向が直線的であればあるほど樹幹が円錐体であり，曲線であれば放物線体に近いものであるといえよう。

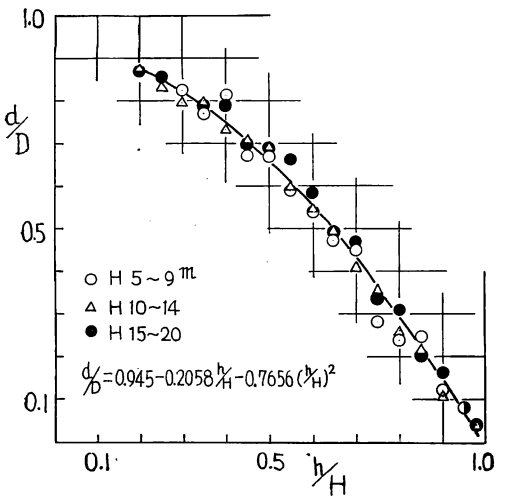
それでは，クヌギとコナラを用い，両樹種を樹高階すなわち5～9mの樹高をもつもの，10～14mの樹高をもつもの，15～20mの樹高をもつもの別について吟味してみる。

まず，h/Hとd/Dの関係は，普通方眼紙上で1つのカーブをもつ曲線関係にあることがわかることから，計算式としては$Y=a+bX+cX^2$の2次式で表わされる。したがって，これによって計算すると，クヌギの場合は，h/Hが0.2以上ではそのd/D値が樹高階によりそれほど差がなく，樹高5mから20mまでは階層を一括して$d/D=0.945-0.2058(h/H)-0.7656(h/H)^2$，重相関（$R=0.993$）の値を得て満足する。しかし，コナラでは樹高階によって差があり，別々の曲線であらわされる。すなわち，コナラ（5～9m）：$d/D=1.1009-0.3695(h/H)-0.5618(h/H)^2$（$R=0.981$），コナラ（10～15m）：$d/D=1.0265-0.3198(h/H)-0.7748(h/H)^2$（$R=0.993$）の値を得る。

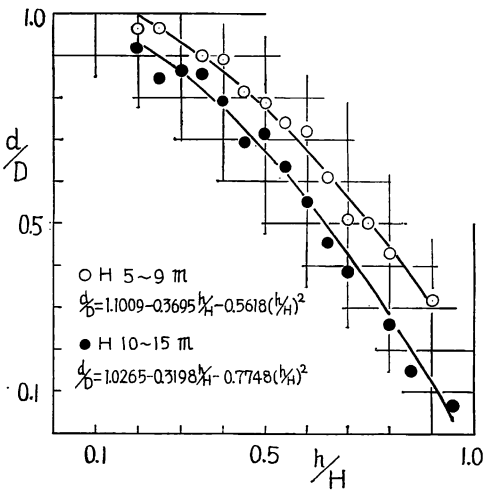
これらの曲線について考察すると，クヌギでは樹高が5～20mまでの範囲であれば，その各樹高をもつ個樹のh/Hが0.2以上の各高さでの樹幹細り割合に差はないが，コナラではその個樹のもつ樹高によって，その個樹の樹幹細り割合が異なる。ここにその計算値をそのままあげると，両樹種の樹幹細り割合はつぎのようになる。

総樹高の各高さでの直径は，その立木のもつ胸高直径のつぎの割合を占める。

樹幹上の高さ	クヌギ（7～20mのもの）	コナラ（7～9mのもの）	コナラ（10～15mのもの）
Hの2/10の高さでは	87%	99%	93%
3/10	81	94	86
4/10	74	86	77
5/10	65	77	67
6/10	55	68	55
7/10	42	56	42
8/10	29	44	28
9/10	14	31	11



第28図　クヌギのh/Hに対するd/D



第29図　コナラのh/Hに対するd/D

この結果，クヌギの樹幹形状は，その樹高が10m以下であれば，同一樹高をもつコナラの樹幹より細く，樹高が10m以上になって，コナラとよく似た主幹となる。また，コナラ間では樹高が高くなるほど主幹が細くなる傾向があり，特に樹高が10m以上になるとその差が著しい。このことは前述した太枝の発生と樹幹の細りとの間には密接な相関のあることを裏書きするものと思われ，いわば両樹種の特性のあらわれであるといっても過言でなかろう。したがって，厳密にはクヌギとコナラの幹材積は相違するものと思われる。なお，樹木の枝張りは，その林分の疎密の度合によってもその様相が異なるものであるが，ここで使用した資料は一応閉鎖林分から採ったものであることを付記する。

総合的考察

本調査，試験の目的は，今まで明らかにされていなかった東北地方の薪炭林改良用樹種としてのクヌギについて，特に表日本側の宮城，岩手，青森の3県下を対象に，その分布，成林の可能性，造成方法，成長，収穫量等を具体的に研究考察して，当地方におけるクヌギ林の実態を明らかにすることである。

この取りまとめは，そのうち主として，分布等の地理的なもの，実際の実行面を考慮しての養苗，山地における植栽，台切り等の技術的なもの，現実の林分調査による林分構造の実態と成長，樹幹形状等について中間考察したものである。特に養苗，植栽，台切り等の試験については，今後クヌギを天然分布地域以北にまで導入，増殖された場合を考慮して，積雪量の多い青森県内で実行し，林分調査は比較的現実林分の多い岩手県南部および宮城県について行なった。

今までの調査，試験の結果を要約すると大体つぎのことがいえると思う。

1) 従来のクヌギの天然生北限は，大平洋斜面では岩手県釜石市字甲子となっていたが，筆者らの調査により，それより北約30kmの岩手県下閉伊郡山田町字豊間根におよんでいることがわかった。また日本海斜面では秋田県男鹿市字船川となっていたが，これは植栽林らしいので天然分布北限はさらに南下することになろう。

2) 人工林分布では青森県の北部までおよんでいるが，特に天然分布地域以北の植栽地はいずれも比較的積雪量の少ない海岸寄りや局部的に温暖な地域に見うけられる（最深積雪深150cm以下，年平均気温10°C前後)。また，その植えられた当初の目的は明らかでないものが多く，特に薪炭林を目ざしたものは少ない。

3) したがって，この地域においては一斉林型のもの，ことに萠芽によって成林し，かつ相当な面積を占めるところは少ない。しかし，これら植栽木の成長は，周囲の天然生ナラ類と単木的に比較した場合は，その成績がかなりまさっている。

4) 青森県の畑地での養苗成績は，7か年平均で発芽率75～85%，初年度平均苗高21～24cm，地際の太さ0.4cmを示して，同時に養苗を行なったコナラ，ミズナラ，カシワよりはるかにすぐれている。また，クヌギ苗を据置すると直根が非常に発達し，しかも積雪地では雪害による地上部の折損を生ずることから床替が望ましい。

5) 当年生苗木の掘りとりには最低9cm以上の根をつけ，床替の際は根の長さを9cm以上残して根切りして植えるのがよく，床替苗の掘りとりには12cm以上の根をつけることが必要である。

6) 天然分布地域以北における山地植栽用苗木は，小苗では不利であることから，少なくとも1回床替2年生以上の苗木を用いること，その活着は健苗であればほぼ100%期待できる。ただ植栽後1～2年間

は，しばしば寒害をうけて植栽木の先端が分岐することがあるし，また植栽地によっては野鼠の害（支根や細根など柔らかい根部の食害）によって，植栽後数年目でも枯死するものがある。

7） 台切りによる発生萌芽の成長は，台切り株の大きいものほど優勢であることから，台切りの実施時期は，積雪地においては植栽後5年目（植栽木の根元径が 3cm 以上）以後が望ましい。また植栽木はいずれ台切りされるものであることから，台切り前の樹高成長はそれほど重要視する必要がなく，むしろ台切りにそなえて根元直径の肥大を重視した取扱いが望ましい。

8） 岩手県南部，宮城地方のクヌギ林所有者は，その用途を明確に薪炭林用と意識して取り扱っているが，その植栽苗木の苗齢や植栽本数にはかなり差がある。また，その植栽地は概して里山で，林地の向きは南面ないし南東，南西面が多い。土壌状態は，大体 B_D 型と思われるが，一部には B_l 型や概して地味良好といえない土層の浅いところ，岩石，石礫の多いところにも見うけられる。

9） クヌギの萌芽木と植栽放置木との成長比較では，萌芽木の方が断然上回り，この成長量の差の分を年数計算すると，萌芽木の方が植栽放置木より6～10年くらいはまさっている。特にクヌギ萌芽木の成長はすこぶる旺盛で，東北地方においても伐採後10年で胸高直径8～10cm までは期待できる。

10） クヌギの薪炭林仕立ては，あくまでも萌芽更新によるものであることから，植栽木を植栽し放しで大径にすることは好ましくなく，少なくとも胸高直径 10cm 以上の時は伐採を要する。

11） 萌芽林分では，一般に林齢が高くなるにつれて1株あたりの成立本数が少なくなるが，特に発生後3～4年目までかなり激しい減少がおこる。すなわち，皆伐無手入れ林分における萌芽成立本数別の株の占める割合をみると，伐採当年目の林分では，1株あたり6本を成立している株をモードとして最多16本まで広範囲に分布するが，林齢2年になると，そのモードは5本立ち株にあらわれるとともに，1株から12本以上成立している株がなくなる。林齢4，6年になると1株から7本以上成立している株が全くなく，さらに林齢10，12年になると1株から5本以上成立している　がなくなって，林分内の80% までが1株あたり1，2本立ち株で占有される。

12） 萌芽の発生本数およびその萌芽形態は，伐根直径 14cm までは伐根の大きさを増すにしたがって大となるが，伐根径がそれ以上になると減少する。また，1株あたりの成立本数が多い株ほどその中に直径，樹高のすぐれた萌芽木を1，2本混入している。

13） ナラ類を主とする薪炭林の平均直径に対する林分本数密度の関係は，つぎの計算式で表わされる。

特性曲線（最大値）：$\log N = 4.9899 - 1.4882 \log \bar{D}$

管理曲線（中央値）：$\log N = 4.7892 - 1.4882 \log \bar{D}$

これによると，薪炭林の林分平均直径と林分本数密度との間にも「3/2 乗則」が認められる。

14） 現実林分内におけるクヌギの 胸高直径に対する 単木のクローネ 面積の関係は，$\log Q = 0.10448 + 0.05991 D$ で表わされ，また，コナラ，クリでは $\log Q = 0.05094 + 0.06047 D$ で表わされた。

15） クヌギの樹皮はすこぶる厚く，その皮厚は皮内胸高直径に対して $\log B = -0.3711 + 0.5057 \log d$ で表わされ，同属のナラ類すなわち，ミズナラの皮厚 $\log B = -0.7276 + 0.5733 \log d$ およびコナラの皮厚 $\log B = -0.6721 + 0.6268 \log d$ よりかなり厚い。したがって，クヌギ樹の利用については樹皮を含む形での利用方法が経済的である。

16） クヌギ（萌芽木および植栽放置木別）の樹幹形状を形状商（1）$\frac{\text{樹高の 1/2 での直径}}{\text{胸 高 直 径}}$ と形状商（2）$\frac{\text{地上 0.2m 高での直径}}{\text{胸 高 直 径}}$ によって検討してみると，両者とも $Y = a + bX$ の1次式で満足する。すなわちク

ヌギの形状商（1）は，萌芽木および植栽放置木の両木を一括して $K=0.679-0.0005D$ で表わされ，その値は胸高直径の大小にそれほど左右されないで一定の値を有する。形状商（2）では両木間に差があって，萌芽木は $K0.2/1.2=1.31-0.0018D$，植栽放置木 $K0.2/1.2=1.35-0.0074D$ となり，萌芽木の方が植栽放置木より大きい値を示す。また，コナラの形状商（1）は $K=0.829-0.0068D$ で表わされ，このコナラの値は小径木ほどクヌギより大きい。

17）さらに樹幹形状を細部にわたって把握するため，h/H に対する d/D（H および D：総樹高および胸高直径，h および d：任意の高さおよびその高さでの直径）の関係から樹幹の細りをみた。それによるとクヌギの場合では，その h/H の値が0.2以上ではその d/D の値が各樹高階にそれほど差がない。したがって，樹高5～20mの範囲のものであれば一括して $d/D=0.945-0.2058(h/H)-0.7656(h/H)^2$ で表わされる。コナラでは樹高階によって差があり，樹高5～9mの範囲のものは $d/D=1.1009-0.3695(h/H)-0.5618(h/H)^2$，樹高10～15mのものは $d/D=1.0265-0.3198(h/H)-0.7748(h/H)^2$ で表わされる。これによると，クヌギとコナラとの樹幹細りに差があって，特にクヌギは同一樹高をもつコナラより樹幹の細りが大きい。

付　　記

以上，東北地方における薪炭林用樹種としてのクヌギの実態についてごく簡単に取りまとめたが，それによると，当地方のクヌギ林造成は場所と方法さえあやまらなければ十分可能性があり，また早期にかなり旺盛な成長量をもつことがわかった。とすれば問題はいかにこれを造成するかということであるが，今までの考察からして，その注意点をあげると，

1）植栽地を厳選すること，すなわちあまり強い寒風にさらされる土地には不適であり，天然分布地域以北では海抜130～150m以下とする方が安全である。それ以下でも局部的に常時寒風のあたるところは不可である。
2）土壌は深く適潤なところ，また日光量の多い南面，南東，南西面がよい。
3）植栽木の一代は株造りにあることから，植栽後は周囲の植生より抜き出るまでは下刈りを怠らないこと。
4）植付苗木は1年生では小さ過ぎることから，少なくとも1回床替2年生，場合によってはそれ以上の苗木がよいと思われる。

一方，東北地方における既往のクヌギ植栽林を大別すると，まず植栽放置林と1回以上の伐採による萌芽林とにわかれる。このうち前者のほとんどは，幼時の保育，特に下刈不十分が原因で枯死したと思われる本数不ぞろいの林分で，なかには林齢数十年という壮齢林分もかなり多い。この植栽放置林分の大半は国有林で民有林には少ない。このような取扱いは，クヌギを薪炭林として仕立てるうえには最も粗放なもので再考を要する。反面，萌芽林と称するものの大半は，すでに完全なる萌芽発生株を確保した安定林分で，かなりの収穫をあげているが，今後さらに植栽本数，特に株の配置等を考慮する余地があると思われる。なお，これらの所有者は，過去において相当ていねいな取扱いをして造成したことは見のがせない。また，一部には萌芽木の枝打ちによって成長量の増大を図っているという所有者もあるが，これについては今後の研究にまちたいと思う。

東北地方のクヌギ林造成については，技術的にもまだまだ研究の足りない面が多いが，とにかく北地の

植栽にあたっては，郷土樹種を取り扱う以上の注意，すなわち保育と管理を要することは当然で，殊に本種の造林経験の少ない東北地方では，初めは小規模に局部的に厳重に適地を選んでていねいに植栽するのが安全であり，無造作に1か所に大面積の造林をすることは避けるべきである。ちかごろ，東北地方の北部でも薪炭林の改良樹種として諸所で植栽しているのを見かけるが，その実行については信頼すべき資料および方法に基づくことが肝要で，過大評価や過大実行は慎むべきである。

最後に，現在の情勢では，クヌギの用途が単に薪炭資材のみにとどまるものとするならば，今後造林してまで造成するということはそれほど期待されないが，ただ，一度植栽すると次代以降は萌芽更新で林分造成ができることから，省力的な山林経営ができることや，萌芽木は初期の成長がかなり旺盛であることから，早生栽培用樹種的の価値があること，さらに重量成長量等の面を考慮すると，かなり有望な樹種であるといえよう。しかしながら，当面はあくまでも安全を見込んで主として既往の造林地を対象に経営することが望ましく，今後はその造林地の取扱いを明確にし，特に優良林分については，クヌギ萌芽林として残存することも山林経営の有利な一方法であると考えられる。

文　　献

1) 明永久次郎：クヌギの伐採季節と萌芽との関係について，林試彙報，21，pp. 1～23,(1927)
2) 青森営林局：苗畑提要，620 pp.，(1950)
3) 早尾丑麿：日本主要樹種林分収穫表，499 pp.，(1961)
4) 全国燃料会館：木炭薪その他家庭燃料統計資料，111 pp.，(1959～1963)
5) 樫村大助：青森営林局管内ブナ林分の成長について，青森支場第一回林業試験場研究発表会記録，pp. 85～104，(1950)
6) 木村武松・柳谷新一：東北地方の薪炭林用樹種としてのクヌギについて，日林誌，**33**，12，pp.479～481，(1956)
7) ————・————：東北地方のナラを主とする薪炭林の収穫および成長量，日本林学会東北支部第10回大会講演集，pp. 50～52，(1959)
8) ————・————・安ケ平精三：萌芽の本数処理とその時期について，日本林学会第69回大会講演集，pp. 267～269，(1959)
9) 嶺　一三：薪炭林の施業法改善，林業技術シリーズ，7，60 pp.，(1950)
10) ————：収穫表に関する基礎的研究と信州地方カラマツ林収穫表の調製，林野庁・林業試験場，201 pp.，(1956)
11) 西沢正久：森林測定法，地球出版，300 pp.，(1959)
12) ————：林分成長量の推定および予測方法に関する研究，林試研報，129，pp. 1～159，(1961)
13) 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)
14) 林野庁監修：林業統計要覧，225 pp.，(1954～1965)
15) 林業試験場経営部：成長および収穫，166 pp.，(1956)
16) ————————：測樹記号基準，36 pp.，(1959)
17) 林業問題研究会編：経済分析からみた日本の林業，地球出版，323 pp.，(1963)
18) 林野共済会：日本林業年鑑，719 pp.，(1963～1964)
19) 佐多一至・豊東　積：主根短かく鬚根に富むクヌギ苗の養成試験成績，日林誌，**21**，2，1～10 pp.，(1939)
20) 坂口勝美：間伐の本質に関する研究，林試研報，131，pp. 1～95，(1961)
21) 館脇　操：植物の分布，河出書房，170 pp.，(1948)
22) 寺崎康正・小坂淳一・金豊太郎：薪炭林施業試験に関する研究，秋田支場研究ノート，3，pp. 1～

12，(1955)
23) ———・———・———：林分の構造と成長・収穫に関する研究，林試研報，168，pp.1～136，(1964)
24) 高瀬五郎：クヌギ萠芽林の生産構造ならびに収穫予測に関する研究，愛媛大学紀要，8，2，pp. 1～125，(1962)
25) 渡辺啓吾：苗畑における推計学，林業解説シリーズ，78，35 pp.，(1955)
26) 和達清夫：日本の気候，東京堂，404 pp.，(1958)
27) 山畑一善・舛岡　学：クヌギ孤立木におけるクローネ直径と胸高直径との相関ならびに枝張りの値，愛媛大学紀要，4，2，pp. 1～8，(1959)
28) 柳谷新一・安ケ平精三・木村武松：平内薪炭林総合試験地の施業経過，林試研報，140，pp. 127～170，(1992)
29) 柳谷新一：岩手県南地方のクヌギ萠芽林の成長について，東北支場研究発表会記録，pp. 31～37，(1965)

Some Studies on the Kunugi (*Quercus acutissima* CARR.) Forest in the Tohoku District.

Sin-ichi YANAGIYA, Seizô YASUGAHIRA and Takematsu KIMURA

(Résumé)

Kunugi (*Quercus acutissima* CARR.), as an appropriate species for the improvement of coppice forest in the north-eastern part of Japan, has not yet been fully studied. We intend, in this research, to investigate the distribution, possibility and method of growing the forest, growth and yield etc. of this species in Miyagi, Iwate and Aomori prefectures, and to make clear the present conditions of the Kunugi forests in those regions. Therefore, this report is mainly composed of such ecological studies as distribution and so forth, such practical technics as seedling cultivation, planting in the field, "Daigiri" (namely, cutting the stem near the bottom to urge vigorous sprouting from its stump) etc. and analysis of stand structure and estimation of growth and yield etc., based on the investigations of the existing forests. Above all, having in mind the case when this species is introduced and increased in these northern regions beyond its natural distribution, such experiments as seedling cultivation, planting and truncation were made in Aomori Prefecture where we have usually much snowfall. On the other hand investigations of existing forests were made in the southern part of Iwate Prefecture and in Miyagi Prefecture where we have comparatively many stands of this species. The results of our reseach can be summarized as follows :

1) On the Pacific Ocean side the northern limit of natural Kunugitree has been so far believed to be at Aza Kasshi, Kamaishi City, Iwate Prefecture. But from our investigation it was found that this species proceeds to Aza Toyomane, Yamada Town in the same prefecture, about 30 km farther north than the above mentioned. On the Japan Sea side it has been believed to be at Aza Funakawa, Oga City, Akita Prefecture. But since we found it to be in the nature of an artificial forest, the natural northern limit should probably be lowered to farther south.

2) Artificial forests of this species are distributed in the northern part of Aomori Prefec-

ture. Among them the northernmost plantations are seen in coastal districts where little snowfall occurs or the area happens to be a warm spot of that region (Deepest snowfall under 150 cm, average annual temperature about 10°C.). The initial intentions of developing these forests are not at all clear, as few of them indicate the creation of coppice forests at the outset.

3) Therefore, in these northern regions we have few uniform forest type, especially fairly large forests of this species originating from sprouts. But the growth of these planted trees, considered as a single tree, is considerably better than that of natural *Quercus* spp. (mainly *Quercus serrata* THUNB. and *Q. mongolica* FISCH. var. *grosseserrata* REHD. et WILS) in their nearby stands.

4) The results of seedling cultivation in nurseries in Aomori prefecture show, in the mean of five years, germination rate 80～85%, seedling height in the first year 23～25cm, stem diameter at ground surface 0.4 cm : these values are far more superior to those of other *Quercus* spp. raised in the same condition. When seedlings of Kunugi are left on nursery beds over winter, their taproots develop excessively and in regions with heavy snowfall their stalks are liable to get broken by snow. Therefore the transplanting in the fall is desirable.

5) In the case of lifting current year seedlings, it is advisable to have their roots at least over 9 cm long, and when transplanting, their roots should be so cut off as to leave 9cm of root remaining when lifting transplanted seedlings, they should have roots over 12cm long.

6) For planting in the field in northern regions, seedlings in small size are not recommended ; transplanted seedlings at least over 2 years old should be used. If the seedlings are quite sound almost all of them may be expected to become well established. But, during 1～2 years after planting, the tops of stems are sometimes forked by the cold. In some plantations they are often, even several years after planting, killed by field mice (gnawing main roots).

7) As to the relation between size of stocks and growth of sprouts by truncation, the larger the former the more vigorous the latter. Therefore, it is advisable that in regions with much snowfall the truncation should be carried out after five years after planting (then stem diameter at ground surface is over 3 cm). Anyway, the original stem of these planted trees will be cut off in a few short years, therefore, the heighgrowth could not be important but rather the diameter of stem at the ground as far as the growth of new sprout is concearned.

8) In the southern part of Iwate Prefecture and in Miyagi Prefecture, most Kunugi forests are treated clearly and intentionally as coppice by their owners, but there are considerable differences among age and number (per ha) of these planted seedlings.

They are generally planted at lower parts of the hills or near the villages, and most of those slopes face south, south-east or south-west. Their soil almost belongs to Type B_D, but in some parts we can find Type B*l* or soils with poor and shallow layer, or with much stone and gravel.

9) When Kunugi trees from sprouts are compared with uncut trees after planting, the former is decidedly superior to the latter in growth. If this difference in growth is calculated as a difference of age, the former is superior to the latter by 6～10 years. The growth of Kunugi from sprouts is above all very vigorous, and even in north-east regions they may be expected to be as large as 8～10 cm in d.b.h. in the tenth year after cutting.

10) Since coppice forests of Kunugi ought to be regenerated by sprouts, it is inadvisable to leave the planted seedlings uncut until they become trees with large diameters. When they reach 10 cm or more in breast height diameters, they should be cut.

11) According to the age of the forest the number of sprouts per stock decreases, especially

and remarkably so up to 3～4 years after first sprouting. After our investigation the number of sprouts per stock is changed as follows : In the year when the cutting is done, 6 sprouts per stock is its mode, widely distributing up to max. 16 ; in the secound year its mode appears in the stock with 5 sprouts, and there are no stocks having over 12 sprouts ; in 4～6 year-old stand no stock has over 7 sprouts, and in 10～12 year none over 5 sprouts ; 80% of the stocks in a stand are those with 1～2 sprouts.

12) Up to stock diameter 14 cm, the number and size of sprouts, increase according to the size of stocks but beyond this 14 cm those values decrease. The superior sprouts which have broad diameter and tall height are usually found on a stock which has a large number of sprouts (but these superior sprouts are only a few in number ; in many cases one or two.).

13) In coppice forests mainly composed of the other *Quercus* spp. the relation between average diameter and stem density of a stand can be shown by the following formulas.

"character curve" (max. value) : $\log N=4.9899-1.4882 \log \bar{D}$

"control curve" (median) : $\log N=4.7892-1.4882 \log \bar{D}$

So there also we can recognize "the law of the 3/2 power" between the two.

14) The relationship between the crown projection area and the diameter breast height are shown below by the equations for single tree :

$\log Q=0.10448+0.05991 D$ (for Kunugi)

$\log Q=0.05094+0.06047 D$ (for Konara and Kuri)

Where Q is the crown projection area and D is the diameter breast height.

15) The bark of Kunugi is very thick. Its thickness at d.b.h. i. b. is shown as $\log Y=-0.3711+0.5057 \log X$, fairly thicker than the bark of Mizunara (*Q. mongolica* v. *grosseserrata*) with $\log Y=-0.7276+0.5733 \log X$ and that of Konara (*Q. serrata*) with $\log Y=-0.6721+0.6268 \log X$.

Therefore, in utilizing Kunugi, it is profitable to adopt the method of using its entire tree with barks.

16) When we examine the form of trunks of Kunugi ([A] trees from sprouts and [B] untreated trees after planting) by means of formquotient (1) Diameter at the middle of tree height/d.b.h. and formquotient (2) Diameter 0.2m high above ground/d.b.h., both are satisfied by a linear equation $Y=a+bX$. Formquotient (1) in both [A] and [B] is shown by $Y=0.679-0.0005 X$, having a certain value, not much affected by the size of d.b.h. As for formquotient (2) there is a difference between [A] and [B], namely in [A] $Y=1.31-0.0018X$ and in [B] $Y=1.35-0.007 X$, the former showing greater value than the latter.

Formquotient (1) of Nara kinds is shown as $Y=0.829-0.0068 X$, and the smaller the diameter, the greater this value when compared with Kunugi.

17) In order to determine the stem form minutely, we examined tapering of the stem through the relation between h/H and d/D (H and D represent total height and d.b.h., h and d represent optional height and diameter, respectively.).

As for Kunugi, when h/H is over 0.2, values d/D show no great difference between each height class. Therefore stems 5～20 m high can all be shown as $d/D=0.945-0.2058 (h/H)-0.7616 (h/H)^2$. On the other hand, the other *Quercus* spp. (*Q. serrata* or *Q. mongolica* v. *grosse-serrata*) have differences according to their height class, that is, those of 5～9 m high are shown as $d/D=1.1009-0.3695 (h/H)-0.5618 (h/H)^2$, and those of 10～15 m high as $d/D=1.0265-0.3198 (h/H)-0.7748 (h/H)^2$. From the above we see that there is a difference between tapering of Kunugi and that of the other *Quercus* spp., particularly in same tree height Kunugi having greater tapering than the other *Quercus* spp.

写真１．寒雪害によりホウキ状となった樹型
（平内試験地，植栽後８年目）

写真２．雪害による折損部からの萠芽発生
（平内試験地，植栽後８年目）

写真３．枝打ちにより順調に生育している樹型（平内試験地，植栽後８年目）

写真４．順調に生育している植栽木
（平内試験地，植栽後８年目）

写真５．台切り当年における萠芽の発生状況
（平内試験地，植栽後６年目で台切り）

写真6．台切り当年における発生萠芽の生育状況
（平内試験地，植栽後6年目で台切り）

写真7．台切り後7年目における萠芽の生育状況
（平内試験地，発生萠芽のうち特に1本だけが優勢になる傾向が強い）

写真8．台切り後7年目における萠芽の生育状況
（平内試験地，発生萠芽のうち特に1本だけが優勢になる傾向が強い）

写真9．利用伐採当年における萠芽の発生状況
（岩手県一ノ関市萩荘，林齢13年で伐採，伐根径14cm）

写真10．利用伐採当年における萠芽の発生状況
（岩手県一ノ関市萩荘，林齢13年で伐採，伐根径19cm）

写真11．伐採後４年目における萌芽の生育状況
（岩手県一ノ関市萩荘，植栽後利用伐採３回）

写真12．伐採後６年目における萌芽の生育状況
（岩手県一ノ関市萩荘，植栽後利用伐採３回）

写真13．伐採後10年目の林分（岩手県一ノ関市萩荘，植栽後利用伐採２回）

写真14．伐採後10年目の林分
（岩手県一ノ関市萩荘，植栽後利用伐採２回）

写真15．伐採後12年目の林分
（岩手県一関市萩荘，植栽後利用伐採２回）

写真16．天然生クヌギを含む萌芽林分
（岩手県釜石市大字甲子，林齢26年，×印クヌギ）

写真17．神社の境内等に見うけられるクヌギの老齢木
（青森県西津軽郡森田村，樹齢推定90年の植栽木）

写真18．クヌギの老齢萌芽林分（岩手県紫波郡矢巾村字赤林，樹齢推定60年の人・天不明木）

写真19．屋敷林等に見うけられるクヌギの大径木

写真20．クヌギ大径木の樹肌
（青森県西津軽郡鰺ケ沢町大字深谷，樹齢推定80年の植栽木）