

〈論文〉

広葉樹二次林の有効利用と森林施業に関する基礎的研究 ——クヌギ二次林について——

小笠原隆三*

Effective Use and Forest Working of the Hardwood Secondary Stand ——In the Case of the Kunugi Secondary Stand——

RYUZO OGASAWARA*

Summary

The outline of the results of the fundamental research on the effective use and forest working of the Kunugi secondary stand are as follows.

1. The average proportions of the organic biomass are 73% stem, 23% branch and 4% leaves.
2. The production of the total organic biomass above ground is 10.27 ton/ha · year.
3. The frequency distribution of the diameter breast height tends to change from L-type toward normal type with growth.
4. The frequency distribution of the tree height tends to change from L-type toward J-type with growth.
5. The productive structure diagram is the buckwheat type.
6. The specific leaf area (SLA) is 121 cm²/g on the average.
7. The Kunugi forest has many low trees, it a compound storied forest type in general.
8. The construction of the volume table (stem, stem and blanch) is comparatively easy by the relative growth method.
9. It may be considered that the construction of the yield diagram (stem, stem and branch) is a possibility.
10. It is hoped to class the enviromental forest and economical forest with regard to secondary forest.
11. The ideal forest type is a mixed equilibrate, all-aged, compound storied forest.
12. The biomass combination form is ideal for the effective use of the secondary stand.

I 緒 言

我国における広葉樹林の面積は、全森林面積の半分程度を占めている。

かつては、広葉樹材に対して造船、車輛、枕木、家具その他多くの需要があり、その造林面積は100

* 鳥取大学農学部森林計画学研究室 : *Laboratory of Forest Planning, Faculty of Agriculture, Tottori University*

万 ha をこえていた。また、広葉樹林は薪炭生産の場として極めて重要な役割を果し、年間伐採量(薪炭材)は昭和30年代までは3,000~4,000万m³もあった。

広葉樹林は、かつては国民生活と密接なかかわりをもつ貴重な存在であったのである。

しかし、その後、燃料革命や針葉樹材に対する需要の増大にともなう、広葉樹材に対する需要は著しく低下してきた。その結果、広葉樹林は針葉樹林へ変えられたり、他産業用への転用等が行われるようになったが、多くは放置されたままになっている。

このような未利用林地の存在は、資源のとぼしい我国のようなところでは極めてもったいないことである。

これまで、我国の林業はあまりにも針葉樹一辺倒の傾向がつよすぎた。

広葉樹林は、天然更新の比較的容易なこと、気象害、病虫害等諸害に対する抵抗力が大きいことなど多くの長所をもつ反面、幹の通直性に欠けること、枝条の割合の大きいこと、単位面積当りの成立本数の少ないこと、伐期が長くなることなどの短所も多いことが指摘されている。材価も針葉樹材にくらべて著しく低いのが普通であり、一般に、広葉樹は針葉樹より劣るものとみなされてきた。こうしたことから、積極的な広葉樹林施業はあまり行われず、育林、管理等に関する技術にもみるべきものがないのが現状である。

しかし、近年森林のもつ公益的機能に対する社会の要請がつよまってくるにつれ、風致的機能、鳥獣保護機能、水土保全機能その他ですぐれた面をもつ広葉樹林が次第に見直されるようになった。

一方、広葉樹林は、林地生産力の維持、向上に利用できること、保護樹帯として利用できること、亜高山等での針葉樹の不成績造林地の解消に利用できること、これまで広葉樹材の多くを外材に依存していたが、将来その安定供給に不安があり、国産材で供給していく必要があること、シイタケ原木に対する需要が増大していること、その他経済的機能の面からも次第に見直されるようになってきた。

今後とも、針葉樹中心の林業は変わらないとしても、これまでの針葉樹一辺倒をあらため、広葉樹のウェートを一段と高めていくことが絶対に必要である。そのことにより、社会の要請する森林のもつ多面的機能の総合的かつ高度な利用にこたえていくことになる。

全国森林計画(昭和55年変更)でも、これからの推進事項の一つに広葉樹林施業をあげているが、これもこうした社会の要請にこたえていく一環としてうち出したものであろう。

クヌギ、コナラ等の二次林は、中国地方にも広く分布している。これら二次林は、原生林を伐採利用した後にできたもの、すなわち、人間とのかかわりによって生じたもので、長い間人間の生活に大きく貢献してきた。

経済的機能の面では、薪炭生産の場として、そして農林家の貴重な現金収入源として機能してきた。公益的機能の面では、風致的機能、鳥獣保護機能はもとより、地すべり防止等の防災や水資源確保等で大きな役割を果してきた。また、里山のほとんどが二次林であり、そこでの人間と動植物等とのふれあいから、民話、伝承等が生れ、いわゆる里山文化を形成してきた。二次林は、こうした文化形成にも関与してきたのである。

山村には、かつて都市とちがった意味での文化、豊かさがあったのである。

これが、燃料革命により薪炭生産が急速に減少していくとともに、二次林とのかかわりも急速に失

なわれていった。こうしたことや経済の高度成長とともに山村は経済効率の極めて悪いところ、近代文明からとり残されたところとして位置づけられるようになり、山村からの人口流出が著しくなった。

こうしたことは決して好ましいことではない。健全な山村を維持していくには、山村での最大の資源である森林を最大限に活用していくことを考えなければならない。長期的には針葉樹の人工林は大きな役割を果たすとしても、収入は植栽後数十年先であり、当面の解決策にならないことが多い。従って、日常の現金収入は周辺に多く存在する二次林を有効に利用することによって確保することが最も望ましいことになる。すなわち、一度関係のたちきられた二次林との間に、もう一度新しいかかわりをつくっていくことが必要であり、また急務でもある。

本研究は、放置されたままの多い二次林を有効に利用し、適正な森林施業を行っていくための基礎的研究として行ったものである。

本研究における野外調査等において、本学森林計画学研究室専攻の多くの大学院学生、学部学生の協力をえて行ったものであり、ここに深く感謝の意を表する。

II 調査地概要

鳥取大学蒜山演習林内に生育しているクヌギの二次林を調査対象とした。

本演習林は、岡山県真庭郡川上村に所在し、大山(1,711m)の東方約10kmのところで、標高は580～869mである。

地形は比較的緩慢で東南向きの幼年地形を呈している。地質は大山凝灰角礫岩層で、大山火山から供給された安山岩質の角礫や亜角礫からなっている。表土は黒色火山灰土である。

年平均気温は10.5℃、年最高平均気温は15.5℃、年最低平均気温は5.4℃である。

降水量は2,300mm、平均降水日数は200日で、積雪量は2m前後である。

天然林としては、アカマツ林、落葉広葉樹林があり、落葉広葉樹が群落を構成している。主な樹種はクリ、コナラ、クヌギである。

本演習林における法的規制としては、本地域は大山隠岐国立公園の第1種特別地域、第2種特別地域、第3種特別地域に属しており、また、一部が水源かん養保安林に指定されている。

III 結果および考察

1. 物質生産

i 現存量

1980年および1981年の夏期(7月～8月)に蒜山演習林の17, 18林班に生育しているクヌギ林(推定林令25年～45年)を対象にして、20m×20mの標準地13カ所をもうけ、その中の全立木について胸高直径、樹高等の測定を行った。

これらの標準地内および、その周辺からの標準木を32本を選定し、伐倒後層別刈取および樹幹析解を行った。

層別刈取の結果をもとに各器官の重量と直径、樹高等との相対生長関係を調べ、得られた相対生長式のうち最も精度の高いとみられるものと標準地調査の結果とから林分の現存量を求めた。

安藤¹⁾は、相対生長法による現存量の推定には、推定誤差とは別の系統的誤差が伴うこと、および部分の和が単独に推定された総量と一致しないという問題点があるが、一般にはそう大きな問題とする必要はないとしている。吉良¹⁵⁾は、熱帯多雨林で皆伐調査地の実測値と相対生長式で推定した値を比べたところ、幹で-4.7%枝で-10.3%、葉で-4.9%、つるを含めた地上部で-0.25%となり、いずれも過少推定になったとしている。

小笠原等²¹⁾は、蒜山演習林内のコナラ林において、100m²のプロット内の全立木を伐採し、各器官の全重量を測定した実測値と各器官の重量と D²H (胸高直径の二乗×樹高) との相対生長式から推定した値を比較したところ、相対誤差は幹で-1.8%、枝で-4.2%、葉で-3.8%となり、いずれも過少推定となったが、その差は極めて小さかったとしている。

こうしたことから、良好な相対生長式がえられるならば、それを用いて現存量を推定することは十分可能と思われる。

クヌギの各器官の乾重量と直径、樹高等との相対生長関係を調べたが、コナラの場合²¹⁾と同様に、各器官とも幹の D²H との間で良好な回帰式がえられた。その結果を示すと図 1～3 のようである。

幹、枝、葉について比較してみると、幹で最もバラツキが少なく、相関係数も 0.99 と非常に高い。枝と葉は幹にくらべて劣るが、それでも相関係数が 0.96 以上とかなり高い値を示している。

非同化部である幹と枝での勾配をくらべると枝の方が若干急である。このことは樹体が大きくなるにつれ枝の割合が大きくなっていくことを示している。32本の標準木の各器官の割合と D²H との関係を見ると、D²H が大きくなるにつれ枝の割合が増加し、幹の割合が減少していく傾向がみられる (図 4)。

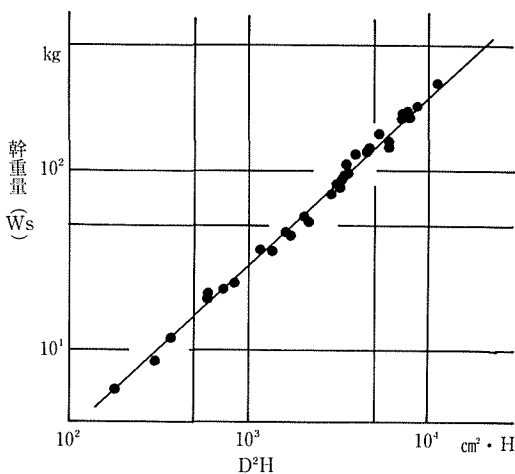


図 1 D²H と幹重量との相対生長関係
 $\text{Log } W_s = -1.3562 + 0.9430 \text{Log } D^2H$
 (r=0.99)

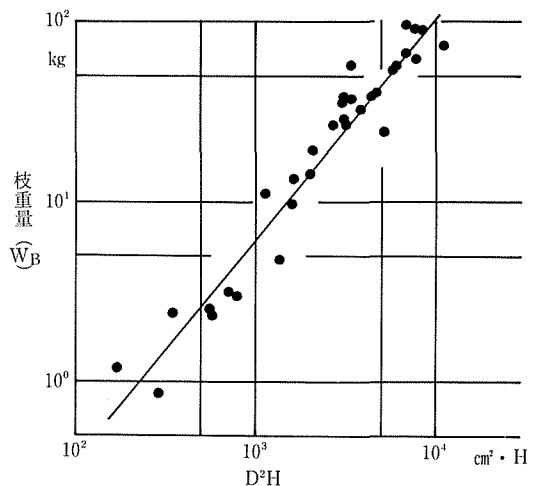


図 2 D²H と枝重量との相対生長関係
 $\text{Log } W_b = -2.9388 + 1.2417 \text{Log } D^2H$
 (r=0.96)

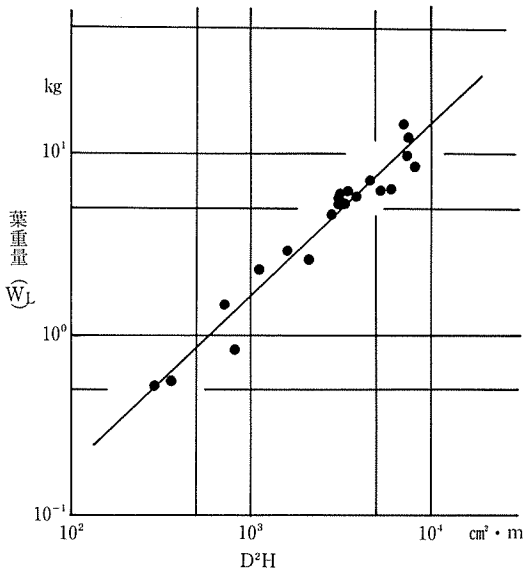


図3 D²Hと葉重量との相対生長関係
 $\text{Log}W_s = -2.653 + 0.955\text{Log}D^2H$ ($r = 0.96$)

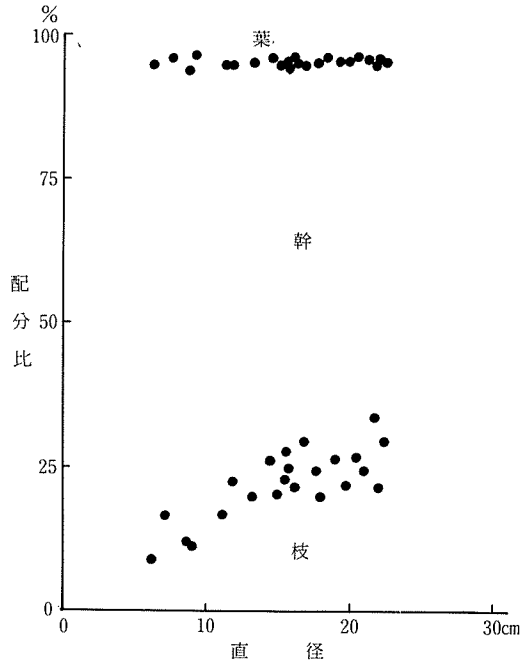


図4 直径と各器官の現存量の割合

広葉樹は針葉樹にくらべて幹と枝の分化が明瞭でなく、どれが幹でどれが枝か判然としないことが多い。また、一般に広葉樹の枝の割合は、針葉樹の場合より高く、これが広葉樹の短所の一つとされてきた。

しかし、シイタケ栂木、パルプ、バイオマス変換等での利用を考える場合、その利用対象が枝部まで及ぶのが普通であり、枝の割合が大きいことが必ずしも短所とはならない。

広葉樹の高度利用を考えていく場合、この枝部を合理的に利用することを考えるとともに、枝をも

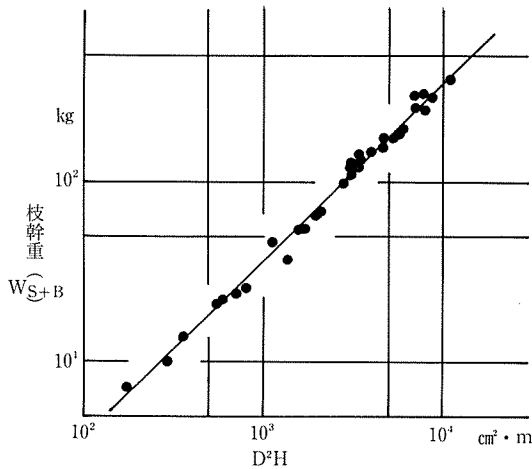


図5 D²Hと枝幹重との相対生長関係
 $\text{Log}W_{s+B} = -1.4393 + 1.0004\text{Log}D^2H$

表1 林分概況(1)

プロット	立木本数 (本/ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	胸高断面 積合計 (m ²)
1	656	16.8	12.6	15.5
2	848	12.3	8.4	12.6
3	2109	10.2	8.9	23.1
4	1630	11.8	8.5	24.5
5	1628	9.6	8.2	16.1
6	1700	11.5	9.0	24.1
7	1296	13.1	10.4	20.2
8	2089	11.0	8.6	25.0
9	1250	10.7	8.4	16.9
10	1740	9.5	7.8	16.4
11	1470	10.1	(9.4)	16.5
12	1350	10.8	(9.8)	16.9
13	1850	9.2	(8.4)	18.5

考慮した管理技術を確立していくことが必要である。

従って、現存量の推定においても、利用部門によっては幹と枝を一緒に行う方が良い場合もある。幹と枝を一緒にしたものと D²H との相対生長関係は極めて良好で相関係数は0.99と高い(図5)。

以上のことから、クヌギの各器官(幹、枝、葉、枝幹)の現存量の推定は、コナラの場合²¹⁾と同様に D²H との相対生長式を用いて行うことが可能であり、また、現実的なやり方であろう。

蒜山演習林内のクヌギ林の13林分(表1)について、その現存量を調べた結果は表2のようである。

表2 林分現存量

プロット	幹重量 ton/ha(%)	枝重量 ton/ha(%)	葉重量 ton/ha(%)	枝幹重量 ton/ha(%)	地上部重量 ton/ha(%)
1	64.9(74.1)	18.9(21.6)	3.7(4.2)	83.8(95.7)	87.6(100.0)
2	44.3(74.1)	13.0(21.8)	2.4(4.1)	57.4(96.0)	59.8(100.0)
3	99.5(71.5)	31.0(22.8)	5.4(4.0)	130.4(96.1)	135.9(100.0)
4	103.6(72.3)	35.7(24.6)	5.7(3.9)	138.9(96.1)	144.8(100.0)
5	69.9(71.1)	23.0(25.0)	3.8(3.9)	92.9(96.1)	96.7(100.0)
6	106.7(74.0)	37.6(22.0)	5.8(4.0)	144.3(96.0)	150.2(100.0)
7	85.0(74.7)	25.4(21.2)	4.7(4.1)	110.4(95.9)	115.1(100.0)
8	96.8(72.2)	27.4(23.8)	5.3(4.0)	124.2(96.0)	125.6(100.0)
9	72.4(75.6)	23.8(20.3)	4.0(4.1)	96.2(95.9)	100.2(100.0)
10	58.2(72.1)	15.6(24.0)	3.1(3.9)	73.8(96.1)	76.9(100.0)
11	72.6(72.2)	24.2(23.9)	3.9(3.9)	96.8(96.1)	100.7(100.0)
12	76.6(72.9)	25.4(23.2)	4.2(3.9)	101.9(96.1)	106.1(100.0)
13	80.0(73.0)	25.4(23.0)	4.3(4.0)	105.5(96.0)	117.3(100.0)

ha 当りの現存量は、幹で85.0/44.3~103.6ton、枝で27.7/13.0~37.6ton、葉で4.6/2.4~5.8ton、地上部全体で117.3/59.8~150.2tonである。これを地上部全体に対する各器官の割合で見ると、幹が73.0/71.5~75.6%、枝が23.0/20.3~25.0%、葉が4.0/3.9~4.2%である。

現存量そのものは、林齢や生育環境によって大きな違いがみられるが、割合で見るとそれほど大きな差がなくなる。

現存量の割合を同じ演習林内に生育するコナラ林の場合²¹⁾とくらべると、クヌギ林の方が枝の割合が大きく、幹の割合は小さい傾向がみられる。

甲斐⁹⁾は、九州地方の16年生クヌギ林の現存量は ha 当りで幹が58.21ton、枝が15.47ton、葉が4.30tonとしている。これを割合にして蒜山演習林のクヌギ林とくらべると、枝の割合が若干小さいが全体としてあまりちがいはみられない。

林分葉量は、厳密には林齢や季節によっても変わるが、一般に閉鎖後の林分葉量は樹種によってほぼ決まるとされている。只木等²⁹⁾は、落葉広葉樹林の葉量は2.9±1.5ton/haとしている。

蒜山演習林のクヌギ林の葉量は4.6/2.4~5.8ton/haで林分による差がかなりみられるが、平均値と比較するとクヌギ林の方がやや高い値を示している。しかし、九州地方のクヌギ林の葉量⁹⁾とくらべてみるとほとんど差がみられない。

表3 葉面積指数 (LAI)

プロット	LAI
1	4.5
2	2.9
3	6.6
4	6.9
5	4.6
6	7.1
7	5.6
8	6.5
9	4.8
10	3.8
11	4.7
12	5.1
13	5.2

蒜山演習林のクヌギ林の葉量は、落葉広葉樹林として多い方に属するが決して異常な値ではない。

森林の総生産量と葉面積指数 (LAI) × 生育期間との間には高い相関がある²⁵⁾

クヌギ林の LAI は 5.6/3.8~7.1ha/ha で(表 3), 同じ演習林内のコナラ林の LAI (6.0/3.1~8.5ha/ha)²¹⁾とくらべると平均値で若干小さいがあまり変わらない。

甲斐⁹⁾は、九州地方の16年生クヌギ林の LAI は4.17としているが、これとくらべると蒜山演習林のクヌギ林の方がやや高い値を示している。

只木等²⁵⁾は、落葉広葉樹林の LAI は3~7 ha/ha であるとしており、蒜山演習林のクヌギ林の LAI は大きい方にはなるが、この範囲に入っている。

ii 生産量

林分生産量の推定にはいくつかの方法が知られているが、本報告では現在の現存量と1年前の現存量との差から求めた。まず、標準木の樹幹析解の結果から1年前の皮なし胸高直径の二乗×樹高 (d^2H_{-1}) を求め、これと

現在の皮つき胸高直径の二乗×樹高 (D^2H) との関係をもとにして D^2H と現在の皮なし胸高直径の二乗×樹高 (d^2H) との関係をもとにして D^2H と1年前の皮つき胸高直径の二乗×樹高 (D_2H_{-1}) との関係をもとにして

次に、標準地の胸高直径および樹高の測定結果から1年前の皮つき胸高直径の二乗×樹高 (D^2H_{-1})

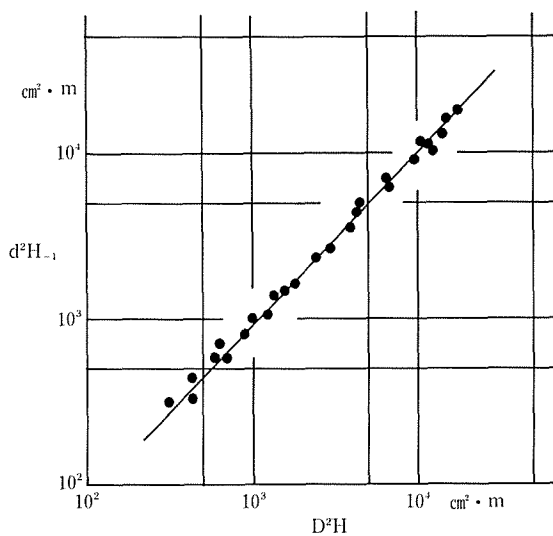


図6 D^2H と d^2H_{-1} との関係
 $\text{Log}d^2H_{-1} = -0.2046 - 1.0249 \text{Log}D^2H$
 ($r=0.99$)

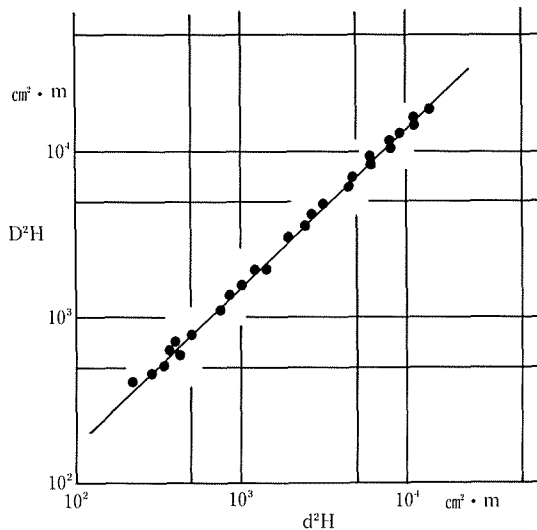


図7 d^2H と D^2H との関係
 $\text{Log}D^2H = 0.1681 + 0.9795 \text{Log}d^2H$ ($r=0.99$)

を計算し、これと相対生長式とから1年前の現存量を求めた。これは、現在成立している相対生長式は1年前も成立しているという前提にたっている。

このようにして求めた1年前の現存量と現在の現存量との差をもって、最近1年間の生産量とした。ただし、葉の生産量については落葉広葉樹であることから、現在の現存量をもって1年間の生産量とした。

クヌギ林の10林分について、この方法によって得られた各器官の生産量を示すと表4のようである。

ha 当りの年間生産量は幹で4.07/2.31~5.35 ton, 枝で1.50/0.82~2.53ton, 葉で4.6/2.4~5.8ton, 地上部全体で10.27/5.53~12.95 tonである。

同じ演習林内に生育するコナラ林の地上部全体の生産量は8.7ton/ha・年²¹⁾であり、これとくらべるとクヌギ林の方がやや高い。

甲斐⁸⁾は、16年生クヌギ林の ha 当りの年間生産量は幹で5.24ton, 枝で1.43ton, 地上部全体で11.16 tonとしている。地上部全体でみると蒜山演習林のクヌギ林より多いが、それほど大きな差ではない。

吉良¹⁶⁾は、日本における冷温帯落葉広葉樹林の地上部の純生産量は8.74±3.47ton/ha・年としている。平均値とくらべてみると本クヌギ林の生産量はやや高い値を示している。

只木等²⁵⁾は、我国の落葉広葉樹林の純生産量は8.7±3.0ton/ha・年としており、これは地下部の生産量をも含むとみられることから、蒜山演習林のクヌギ林の生産量はかなり高いことになる。

地上部全体の生産量を葉の現存量で割ったものを葉の生産効率として計算すると、平均で2.35ton/ton・ha・年となる。この値は、同じ演習林に生育するコナラ林の葉の生産効率 (2.38ton/ton・ha・年) とほとんど変わらない。甲斐⁸⁾は、16年生クヌギ林の葉の生産効率を2.59ton/ton・ha・年としており、これとくらべても若干低いあまり差はみられない。

純生産に対する葉の能率は森林タイプによって差があり、落葉広葉樹林は最も高いグループに属しているが、しかし、同じ落葉広葉樹林でも能率にはかなりの巾がみられる。

少なくとも、最近1年間の生産量や葉の効率等からみて、蒜山演習林のクヌギ林の生産能力は落葉広葉樹林として決して悪いものではない。

2. 林分の構造

i 直径および樹高の度数分布

1982年に、クヌギ林内に17カ所の標準地 (20m×20m) をもうけ、その中の全立木について直径、樹高、枝下高等の測定を行ったが、その結果は表5のようである。

なお、本演習林のクヌギ林は天然林であるため他樹種が混交しているが、材積割合で75%以上のもの

表4 林分生産量

プロット	幹 ton/ha	枝 ton/ha	葉 ton/ha	地上部全体 ton/ha
1	3.37	1.24	3.7	8.31
2	2.31	0.84	2.4	5.53
3	4.93	1.92	5.4	12.95
4	4.76	2.53	5.7	7.99
5	3.42	1.35	3.8	8.57
6	4.99	2.15	5.8	12.94
7	4.35	1.60	4.7	10.65
8	5.35	1.83	5.3	12.48
9	3.63	1.45	4.0	9.08
10	3.58	1.76	3.1	7.84

表5 林分概況(2)

プロット	全立木本数 (本/ha)	クヌギ			
		立木本数 (本/ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	枝下高/ 樹高比(%)
1	2190	980	15.0	13.0	
2	2110	1030	15.0	11.8	43
3	2090	1110	13.8	10.4	36
4	1800	760	14.3	12.5	
5	1700	700	18.1	12.8	37
6	1630	760	18.3	12.2	36
7	1630	760	13.5	10.5	39
8	1540	630	15.2	11.6	
9	1520	870	15.8	12.6	
10	1490	700	15.8	12.0	41
11	1450	880	15.8	11.9	
12	1380	900	19.6	13.9	39
13	1290	630	17.3	13.0	41
14	1210	490	16.5	12.0	
15	1010	760	17.8	14.1	
16	850	530	13.8	8.9	39
17	660	400	18.1	12.8	46

ののみをクヌギ林とみなした。

標準地調査をもとにして、直径、樹高の度数分布の特性を知るため、分布の位置を示す平均値、分布の分散の度合を示す変動係数、分布のゆがみの度合を示す歪度等を調べた。歪度 (Sk) は偏差三乗平方根の方法で求め、Sk > 0 の場合はL型分布、Sk = 0 の場合は正規型分布、Sk < 0 の場合はJ型分布とした。

クヌギ林の直径および樹高の度数分布について調べた結果は図8~9のようである。

直径分布についてみれば、平均樹高の低く立木本数の多い林分では顕著なL型を示しているが、相

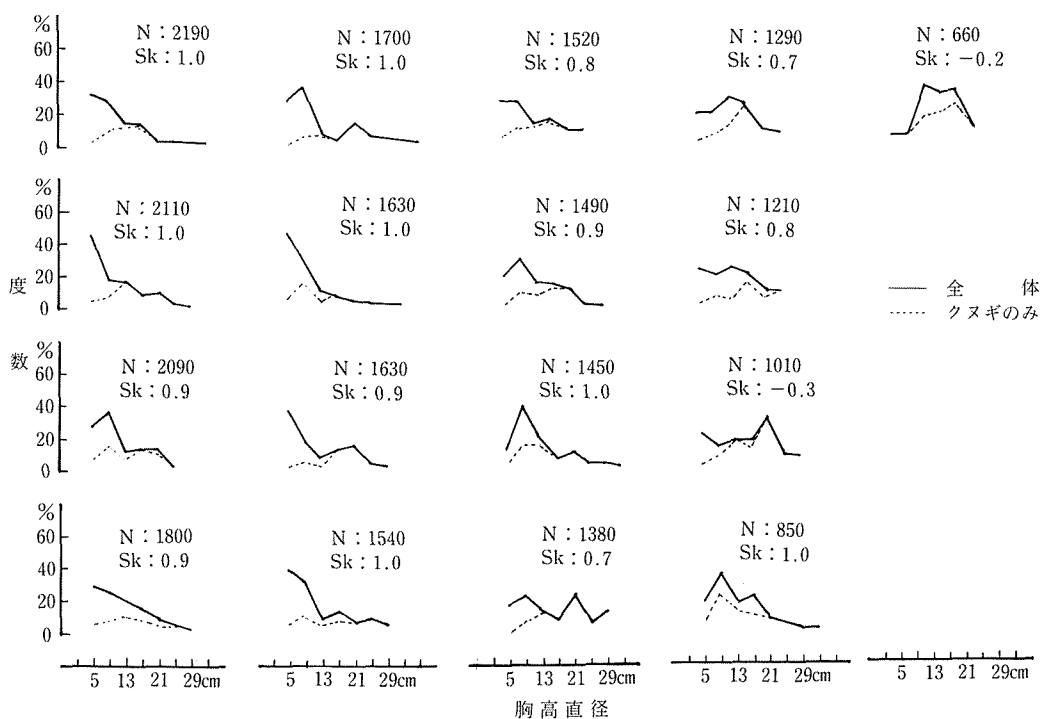


図8 胸高直径の度数分布

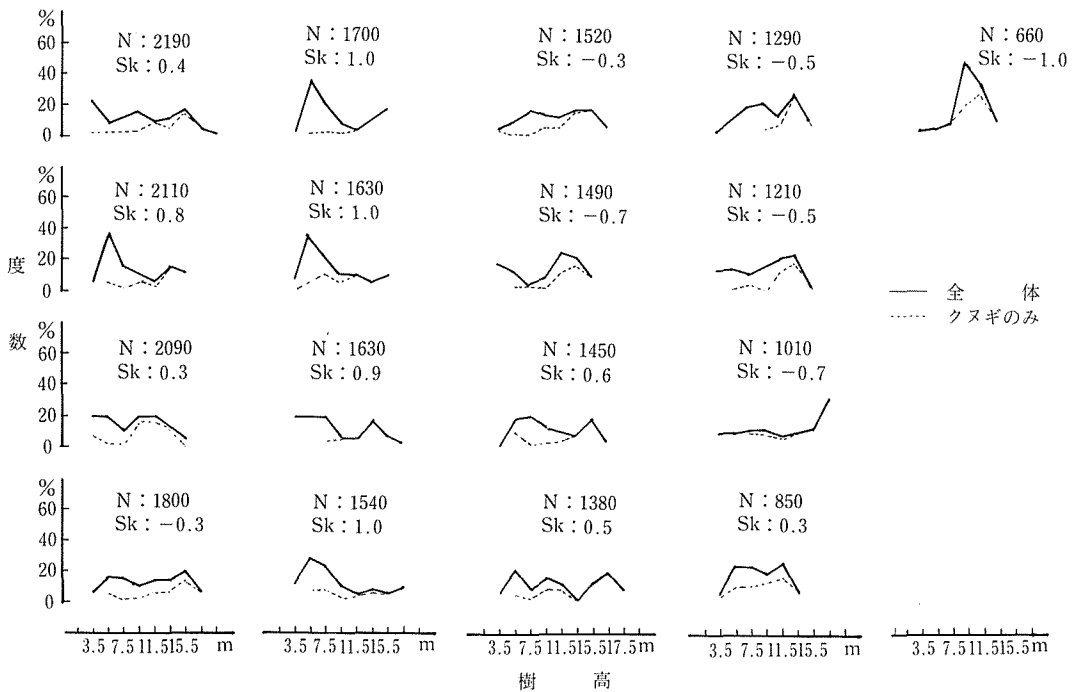


図9 樹高の度数分布

対密度が高まり立木本数が少なくなるにつれ、次第にL型がくずれていく傾向がみられる。こうした傾向はコナラ林でもみとめられるものである²²⁾

同じ立木本数のコナラ林とくらべると直径分布のL型が顕著であるが、これはクヌギ林の場合、コナラ林と異なり、他樹種からなる下層木が多く存在していることに原因していよう。上層木を占めるクヌギのみについてみると、次第にL型が正規型又はJ型へ変わり、コナラ林の場合²²⁾と同じ傾向を示している。

次に樹高分布についてみれば、立木本数の多い段階ではややL型のものが多いが、相対密度が高まり立木本数が少なくなっていくにつれL型がくずれややJ型へと変っていく。樹高分布の場合も、上層木を占めるクヌギのみについてみれば、コナラ林の場合²²⁾のようにJ型が著しく顕著となる。

クヌギ林の場合、クヌギは材積では75%以上を占めているが本数では50%前後で、他樹種（主としてコナラ）の混交が多く、そのほとんどが下層木を占めている。このことが、他樹種の混交の少ないコナラ林の場合²²⁾と直径分布、樹高分布を多少異なるものとしていよう。

一般に、人工林の場合生育がすすみ相対密度が高まるにつれ直径分布はL型に、樹高分布は正規型又はJ型になりやすいとされている²⁷⁾

小笠原²⁰⁾は、クロマツ人工林において、直径では林齢とともに大きい個体のもので大きい生長量をもつ傾向がつよくなり、大きい個体と小さい個体との差が益々大きくなり、順位変動がおこりにくくなるとともに度数分布は正規型から次第にL型化していくに対し、樹高においては生長率の変動係数が小さく、大きいもので大きい生長量をもつ傾向は直径にくらべて小さく、このことが順位変動がおこ

りやすく、度数分布のL型化をもたらさない要因の一つであろうとしている。

天然林であるクヌギ林においては、人工林の場合と大きく異なり、直径分布はL型であったものが相対密度が高まり立木本数が少なくなるにつれL型化がくずれていく。人工林では、生育がすすむとともに高まっていく相対密度の影響を直径ではうけやすいが、樹高ではうけにくいとされている。従って、人工林の場合相対密度の影響を受けた小さい直径のものでも樹高は必ずしも低いとはかぎらない。

クヌギ天然林では、稚樹の発生時期が異なるため大小さまざまなものが存在し、一般に小さい直径のもので小さい樹高のものが多い。また、そのような個体の本数割合が大きく、度数分布もL型を示すのが普通である。

これが、生育がすすみ相対密度が高まっていくとともに、小さい個体（低樹高、小直径）のものでは被圧されることが多くなり、次第に枯死していくものが増えていくものとみられる。その結果、分布のL型がくずれていくことになるものとみられる。

クヌギ天然林の場合は、人工林と異なり相対密度の影響を直径のみならず樹高でもかなりうけることになるのである。生育がさらにすすみ、陽樹林について一般に云われているように一斉林状態になったとした場合には、直径の分布は相対密度の影響から、再びL型化していくことも考えられる。

直径、樹高のほぼ同じ大きさのものから出発する人工林と異なり、クヌギ天然林の場合は稚樹の発生期間が同じでないため、大小さまざまな個体が存在している。このことが生育にともなう直径分布、樹高分布の推移を人工林の場合と大きく異なるものにしていくとみられる。

ii 生産構造図

森林の生産構造を知ることは、その物質生産の特性を理解するうえから必要であるとともに、林分の構造を生産目標に合ったように人為的に調節していくうえからも必要なことである。

森林の生産構造にはイネ型とソバ型あるいは針葉型と広葉型があり、一般に陰樹はイネ型に、陽樹はソバ型になりやすいとされている。

伐倒した標準木で行った層別刈取および標準地調査の結果とから、7つの林分の生産構造図を作成した結果は図10のようである。

コナラ林の場合²²⁾は、葉が下方まであっても量的にはわずかで、葉量の最大値は上方にある。

それに対しクヌギ林の場合は、葉層は比較的下方まであり、かつ、上方と下方の葉量の差は

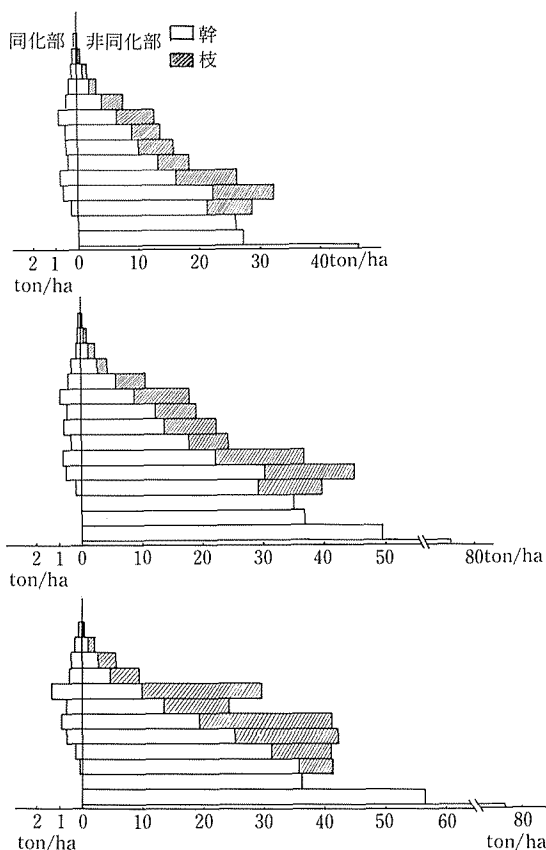


図10 生産構造図

それほど大きくはなく、その最大値もコナラ林のようにはっきりと上方にあるとはかぎらない。

クヌギ林は陽樹林であり、その生産構造はソバ型に属するとしてもコナラ林に比べてイネ型に近いものがある。これは、クヌギ林の場合コナラ林に比べて成立本数が少なく、他樹種を下層木として多くもっていることと関係しているよう。

iii 葉面積／葉重量比 (SLA)

1981年の7月～8月に伐倒した標準木のクヌギ、コナラそれぞれ15本ずつについて、樹冠の上層、中層、下層から葉を100枚ずつ採取し、その重量と面積を測定し、SLA を求めた。その結果を示すと表6～7のようである。

表6 クヌギの SLA

供試木	上層 (cm^2/g)	中層 (cm^2/g)	下層 (cm^2/g)
1	105	102	122
2	126	128	125
3	104	106	115
4	101	112	113
5	125	124	118
6	132	140	148
7	112	109	156
8	92	103	140
9	125	131	147
10	133	142	145
11	95	103	120
12	139	137	143
13	109	115	140
14	89	101	126
15	108	113	129

表7 コナラの SLA

供試木	上層 (cm^2/g)	中層 (cm^2/g)	下層 (cm^2/g)
1	178	181	232
2	128	178	281
3	137	155	178
4	141	150	154
5	126	134	141
6	174	200	173
7	132	153	173
8	110	119	154
9	143	208	201
10	137	170	181
11	141	159	157
12	147	176	182
13	176	179	191
14	148	165	155
15	—	—	—

SLA は、標準木により、また、同じ標準木でも着葉位置によってちがいがみられる。

クヌギの全体の平均値は $121\text{cm}^2/\text{g}$ となり、コナラの $153\text{cm}^2/\text{g}$ よりかなり低い値を示している。着葉位置による違いをみると、クヌギの場合は上層で $113\text{cm}^2/\text{g}$ 、中層で $118\text{cm}^2/\text{g}$ 、下層で $132\text{cm}^2/\text{g}$ となり、下方ほど大きな値となる。同様の傾向はコナラでもみとめられる。

SLA は、照度に大きく影響されることはよく知られている^{3,4,26)}クヌギの SLA が下層のものほど大きくなる傾向のみられることは、下方ほど照度が小さくなることに原因し、下方の葉ほど陰葉化する傾向のあることを示している。

iv 葉層図および樹高一枝下高関係図

幹と葉層（樹冠）の配置状態を示した葉層図および樹高と枝下高との関係を示した樹高一枝下高関係図から林分の断面構造を分析することが可能である。

葉層図では生産構造図のようにある高さにおける葉量を正確に把握できないとしても、生産構造図にはない個体に関する層構造の解明が可能である。

層構造の分化が明確かどうかは葉層曲線で示され、層分化が不明確な場合でも、さらに樹高一枝下高関係図から樹種の分布状態あるいは枝下高の個々の位置等より層構造が検討できる。

クヌギ林において、葉層の範囲は樹高から枝下高までとして葉層図を作成したが、葉層図の葉層曲線は、それぞれの高さにどれだけの葉層（樹冠）が存在するかを百分率で示したものである。積算樹高曲線は、それぞれの高さに存在する個体数を百分率で示したものであり、従って、積算樹高曲線と葉層曲線との差が葉層より下の幹のみの本数割合となる。

10カ所の標準地について、葉層図および樹高一枝下高関係図を作成した結果は図11(1)~(5)のようである。

クヌギ林において、クヌギは材積では75%以上あるが本数では50%前後しかなく、上層木はクヌギが、下層木はコナラを主とする他樹種が占めていることから、葉層の不連続性が予想された。しかし、葉層曲線はコナラ林の場合²⁰ほどでないとしてもなめらかで連続しており、樹高一枝下高関係図においても層の分化はみとめられない。葉層曲線でコナラ林と相異なる点は、葉層は比較的下方までであり、葉層の最大値が下方にあるものが多いことである。

これらのことは、上層木を占めるクヌギの葉層と下層木を占めるコナラ等の葉層は分離しておらず一部重り合っていることを示している。すなわち、クヌギとコナラ等とは完全にすみわけしているものでなく、コナラ等もクヌギの完全な庇陰下にあるものでないことを示している。

クヌギ林内で下層木を占めるコナラの枝下高割合をみると、コナラ林における枝下高割合より大きくなることはなく、むしろ、小さくなる傾向さえみられる。このことは、クヌギ林では比較的下方

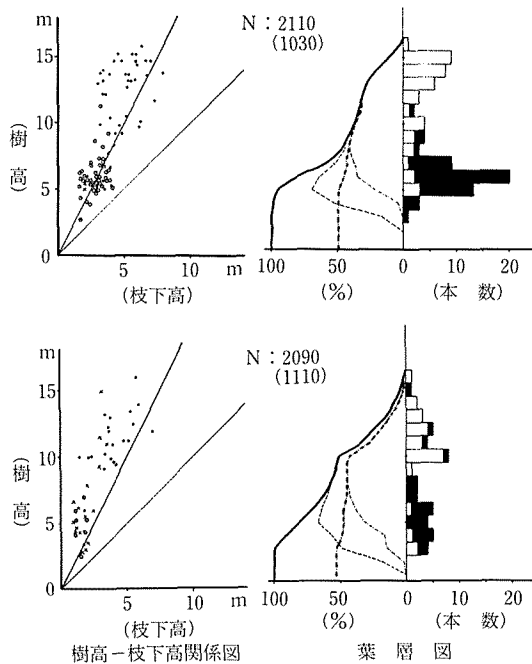


図11—(1) 葉層図および樹高一枝下高関係図

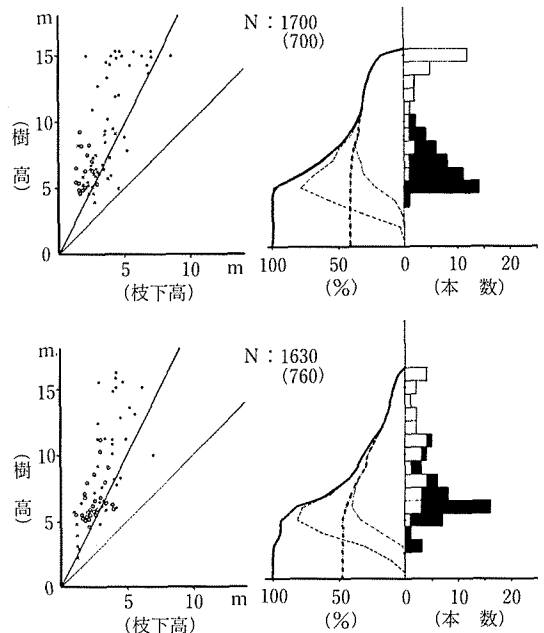


図11—(2) 葉層図および枝下高関係図

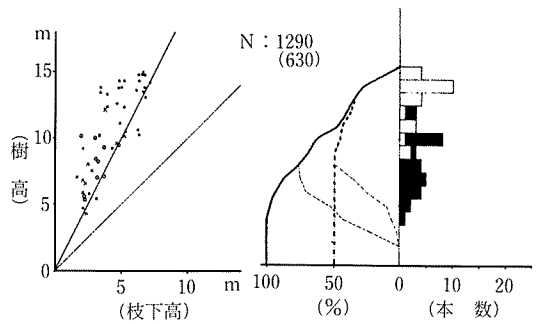
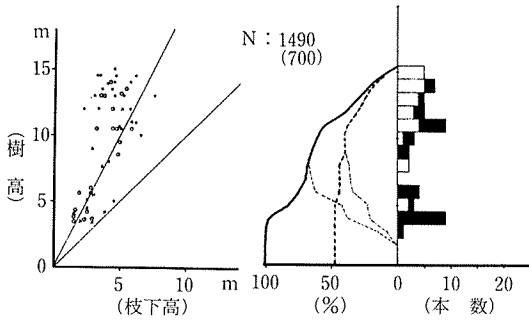
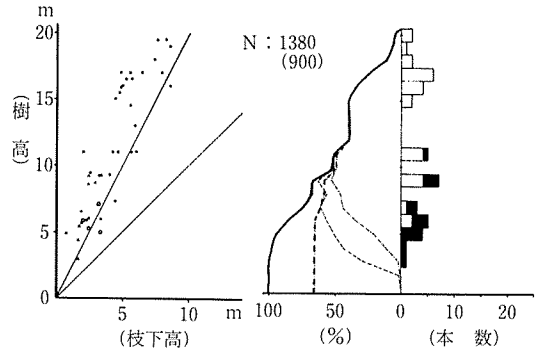
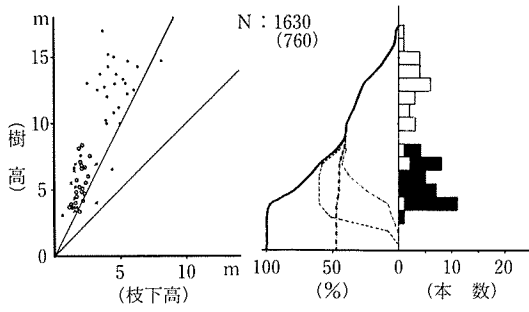


図11-3) 葉層図および枝下高関係図

図11-4) 葉層図および枝下高関係図

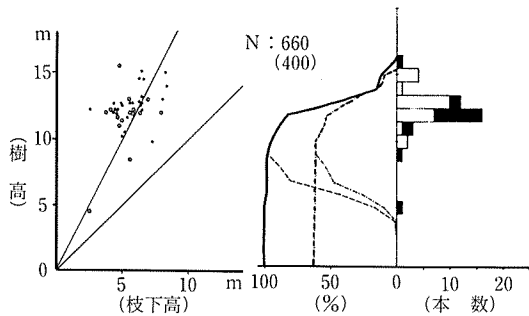
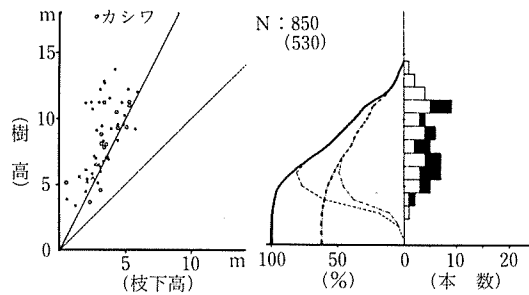


図11-5) 葉層図および枝下高関係図

までコナラの利用できる光が透過していることを示していよう。

クヌギ林ではあるが、クヌギとコナラとの競合が比較的つよいとみられる林分でみると、枝下高割合がともに45%程であり、競合状態にならないものにくらべてクヌギは大きくなっているが、コナラではむしろ小さい値となっている。このことは、競合状態にあるクヌギの場合下方の光環境が悪くなり、下層の葉が枯れ上っていくに対し、コナラにとっては光環境が必ずしも悪くならず葉の枯れ上りのおこりにくいことを示していよう。

次に、クヌギ林の中で上層木を占めるクヌギのみについてみると、葉層曲線、積算樹高曲線ともなめらかで連続した曲線をえがき、葉層の最大値は上方に片寄っている。すなわち、クヌ

ギ林のクヌギのみでは一斉林型の状態になっており、コナラ林で相対密度が高まり、立木本数が少なくなった林分のそれと極めて類似している。

クヌギ林において、葉層が下方まで存在することは、必ずしもクヌギそのものが耐陰性がつよく弱光を有効に利用していることを意味しているとは考えにくい。

一般に、クヌギ林はコナラ林にくらべて成立本数が少なく、その下層木にクヌギが少なく、コナラの多いことなどからみて、下方における光の有効利用の面ではコナラの方が有利であると考えられる。

クヌギおよびコナラについて、上層、中層、下層の枝の大きさ（枝の基部直径の二乗×枝長）と着葉量との関係をみると図12～13のようである。

クヌギの場合は、同じ枝の大きさでも上層、中層、下層によって着葉量には

きりと差がみられ、下方の枝ほど葉量が少なくなっていく。これに対してコナラの方は、クヌギのように上層、中層、下層により明瞭な分離はみられない。

このことは、クヌギはコナラにくらべて下方の葉が枯れやすいことを示しており、これはクヌギのSLAがコナラのSLAよりかなり小さいこととも関係があろう。

クヌギ林において、下層木にクヌギが少なくコナラが多いこと、葉層の範囲は広くコナラ林にくらべて下方までであるが、下方の葉の多くはコナラが占めていること、クヌギとコナラの競合状態にあるものでクヌギの枝下高割合が大きくなるがコナラでは大きくなること、SLAがコナラの方がクヌ

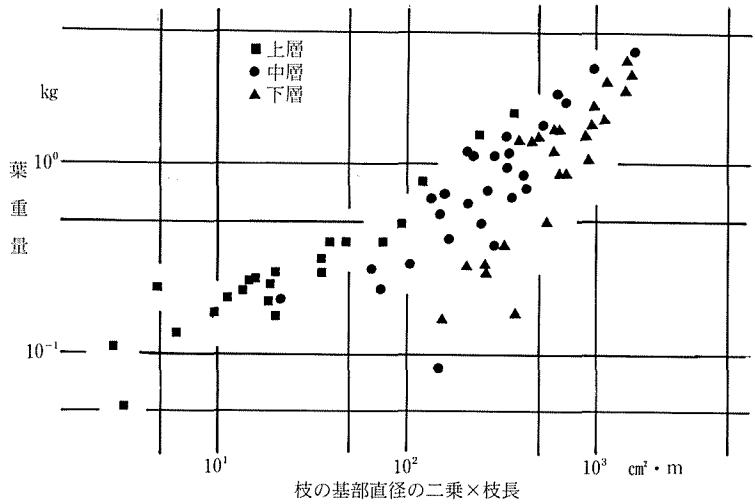


図12 クヌギの葉層別の葉重量と枝の基部直径の二乗×枝長との関係

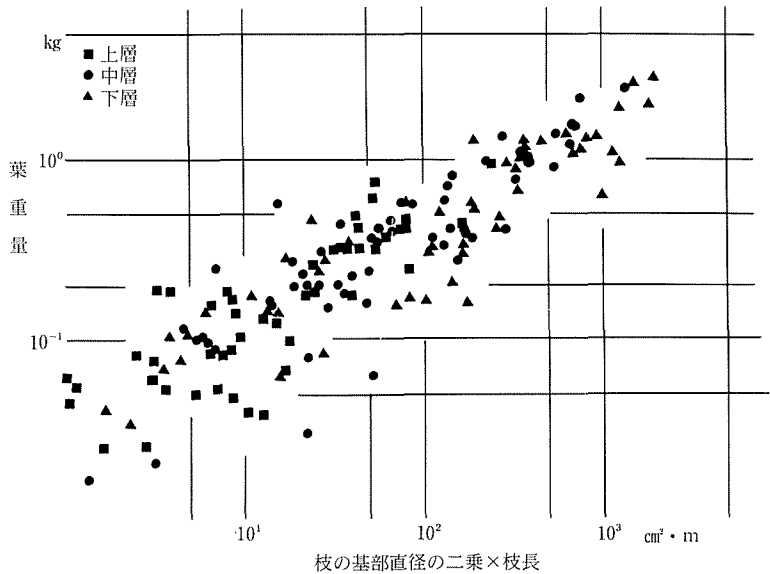


図13 コナラの葉層別の葉量と枝の基部直径の二乗×枝長との関係

ギより大きいことなどからみて、クヌギ林では光が比較的下方まで透過するとしても、その光の利用に関してはクヌギよりコナラの方が有利とみられる。

二つの標準地において7年後の樹高の順位変動をみるとコナラが順位がやや上る傾向がみられた。

天然生陽樹林は、はじめ複層林型を呈しているも生育につれ次第に一斉林型に近くなっていくとされている。

クヌギ林、コナラ林とも陽樹林であるが、クヌギ林の方が他樹種を下層木として混交させることにより複層林型を長く維持しやすいものとみられる。

こうした複層林の状態や混交の状態の判定に葉層図, 樹高一枝下高関係図等が利用できるであろう。

3. 材積表の調製

i 幹材積表および枝幹材積表

針葉樹では樹種ごとに材積表がつけられることが多いのに対し、広葉樹では樹種ごとは少なく、せいぜいグループごとである。また、材積は幹部にのみならず、枝部を対象にした材積表はほとんどみられない。楢木、パルプ、燃材等広葉樹の利用対象は枝部にまで及ぶことが多いことから、材積表、重量表は枝部を含めたものも必要である。

一般に、材積表の調製には莫大な労力と時間を要するものであるが、相対生長式を用いることにより適用範囲は限定されるときも、任意の樹種、地域に適合した材積表を比較的容易につくることができる。

クヌギにおいて、 D^2H と幹重および枝幹重との間に高い相関がみとめられたと同様に、幹材積および枝幹材積との間にも高い相関をもつ相対生長式がえられた。これらを示すと図14~15のようである。これらの式は材積式検定²⁴等で適合をみていることから、これらを用いて二変数幹材積表および二変数枝幹材積表の作成が可能である(表8~9)。

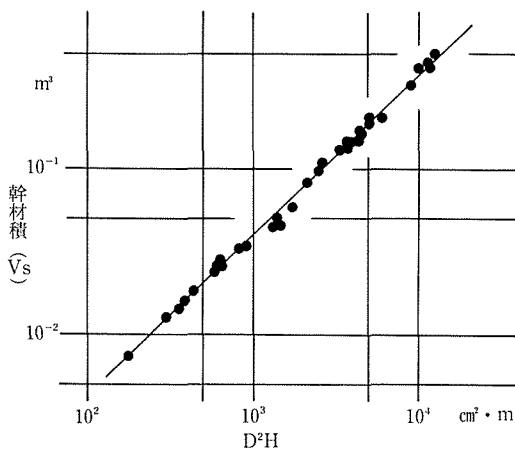


図14 D^2H と幹材積 (V_s) との相対生長関係
 $\text{Log } V_s = -4.2123 + 0.9404 \text{Log } D^2H$
 $K = 0.004 < 0.01, F_0 = 0.87 < 3.44, S = 0.007$

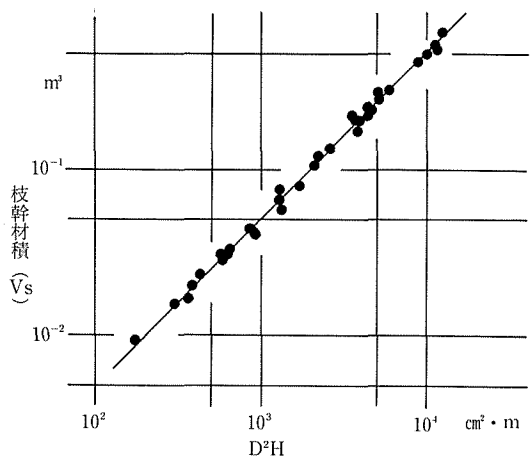


図15 D^2H と枝幹材積 (V_{s+B}) との相対生長関係
 $\text{Log } V_{s+B} = -4.3259 + 1.0072 \text{Log } D^2H$
 $K = 0.07 < 0.01, F_0 = 0.048 < 3.30, S = 0.004$

表 8 直径・樹高二変数幹材積表

		(m ³)															
樹高m	直径cm	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
	2		0.00342	0.00588	0.00895	0.01260	0.01684	0.02165	0.02702								
3		501	861	1310	1845	2466	3170	3956									
4		657	1128	1717	2419	3232	4155	5185	6322	7563							
5		810	1392	2117	2983	3987	5125	6396	7798	9329	10987	12772	14683				
6		962	1652	2513	3541	4733	6084	7592	9256	11073	13042	15161	17429	19843	22404	25110	
7		1112	1910	2905	4094	5471	7033	8777	10700	12801	15077	17526	20147	22939	25899	29027	32321
8		1260	2165	3294	4642	6203	7974	9951	12132	14513	17094	19871	22843	26008	29364	32911	36646
9		1408	2419	3680	5185	6929	8908	11116	13553	16213	19096	22198	25518	29054	32804	36766	40938
10		1555	2671	4063	5725	7651	9835	12274	14964	17902	21085	24510	28176	32080	36220	40595	45202
11		1700	2921	4444	6262	8368	10758	13425	16367	19581	23062	26809	30818	35088	39617	44401	49440
12		1845	3170	4823	6796	9082	11675	14570	17763	21250	25028	29095	33446	38080	42994	48187	53656
13		1990	3418	5200	7328	9792	12587	15709	19151	22911	26985	31369	36061	41057	46356	51954	57850
14		2133	3665	5576	7856	10499	13496	16843	20534	24565	28933	33633	38663	44020	49701	55704	62026
15		2276	3910	5949	8383	11202	14401	17972	21910	26212	30872	35888	41255	46971	53033	59438	66183
16			4155	6322	8908	11903	15302	19096	23281	27852	32804	38133	43836	49910	56351	63157	70325
17			4399	6693	9430	12620	16199	20216	24647	29486	34728	40370	46408	52838	59657	66862	74450
18			4642	7062	9951	13298	17094	21333	26008	31114	36646	42599	48971	55756	62951	70554	78562
19				7431	10470	13991	17985	22445	27364	32737	38557	44821	51525	58664	66235	74234	82659
20				7798	10987	14683	18874	23555	28717	34354	40463	47036	54071	61563	69508	77903	86744

表 9 直径・樹高二変数枝幹材積表

		(m ³)															
樹高m	直径cm	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
	2		0.00351	0.00626	0.00981	0.01414	0.01933	0.02529	0.03206								
3		528	942	1476	2131	2908	3805	4824									
4		705	1258	1972	2848	3885	5084	6445	7969	9656							
5		882	1575	2470	3565	4864	6365	8070	9978	12090	14406	16926	19652				
6		1060	1893	2967	4284	5844	7648	9696	11989	14527	17310	20338	23613	27134	30901	34915	
7		1238	2211	3466	5004	6826	8933	11325	14003	16967	20217	23755	27579	31692	36092	40780	45757
8		1417	2529	3965	5724	7809	10219	12955	16019	19409	23128	27174	31550	36254	41288	46651	52344
9		1595	2848	4464	6445	8792	11506	14587	18036	21854	26041	30597	35524	40821	46488	52527	58937
10		1774	3167	4964	7167	9777	12794	16220	20056	24301	28956	34023	39501	45391	51693	58408	65535
11		1953	3486	5464	7889	10762	14083	17855	22076	26749	31874	37451	43481	49964	56901	64293	72139
12		2131	3805	5964	8612	11747	15373	19490	24099	29199	34794	40881	47464	54541	62113	70182	78746
13		2310	4124	6465	9335	12734	16664	21126	26122	31651	37715	44314	51449	59120	67328	76074	85358
14		2489	4444	6966	10058	13721	17956	22764	28146	34104	40638	47748	55436	63702	72546	81970	91973
15		2669	4764	7468	10782	14708	19248	24402	30172	36558	43562	51184	59425	68286	77767	87869	98592
16			5084	7969	11506	15696	20540	26041	32198	39014	46488	54622	63417	72873	82990	93771	1.05213
17			5404	8471	12231	16684	21834	27681	34226	41470	49415	58062	67410	77461	88216	99675	1.11838
18			5724	8973	12955	17673	23128	29321	36254	43928	52344	61502	71405	82052	93444	1.05581	1.18466
19				9475	13680	18662	24422	30962	38283	46386	55273	64945	75401	86644	98674	1.11491	1.25096
20				9978	14406	19652	25717	32604	40313	48846	58204	68388	79399	91238	1.03905	1.17402	1.31729

ii 利用材積率および樹皮率

広葉樹において、楢木、パルプ等の利用を考える場合、その利用対象が枝部まで及ぶとしても、枝幹材積の全てが利用されるものでない。一般に、直径5,6cm以下の枝幹は利用されないのが普通である。

直径5 cm以上の枝幹材積を利用材積とみなして全枝幹材積に対する割合を調べた結果は図16のようである。

はじめ、枝幹材積の増加につれ利用材積率が高まっていくが、枝幹材積が0.1~0.2m³あたりから横ばいとなり、その値は80%前後となる。

一般に、材積と云われているものは皮つき材積のことである。楢木等のように樹皮をつけたまま利用する場合もあるが、多くは樹皮を除いて利用する。

一般に利用されない樹皮の割合がどの程度であるかを樹幹析解の結果から求めてみると図17のようである。なお、比較のためコナラ、クリ、ブナ等についても調べてみた。

樹皮率は幹材積が大きくなるにつれ減少する傾向がみられるが、20~30%のものが多くみられる。

4 樹種を比較すると、クヌギの樹皮率が最も高く、次いでコナラとなり、ブナが最も小さい。ただし、この樹皮率は幹部に関するものであり、枝幹部全体ではこれより若干高くなるとみられる。

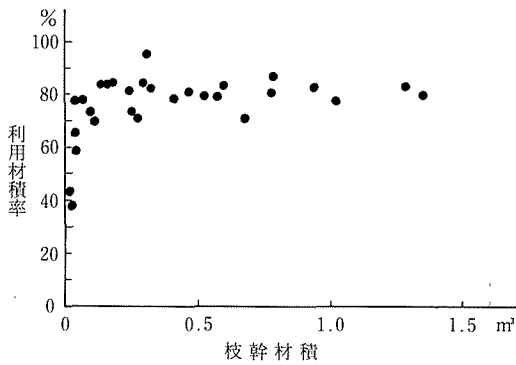


図16 利用材積率と枝幹材積との関係

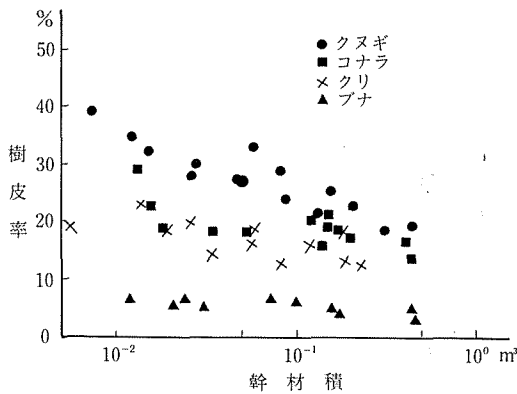


図17 幹材積と樹皮率との関係

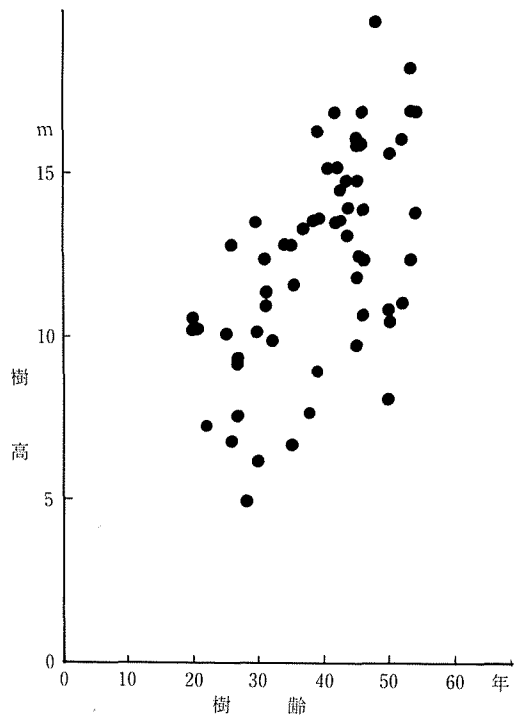


図18 樹齢と樹高との関係

iii 樹齢と樹高

クヌギの樹齢と樹高の関係を調べた結果は図18のようである。

天然林の場合、皆伐一斉人工林と大きく異なり、同じ樹齢でも光条件等に大きな差があるため、樹高に大きな幅のみられるのが普通である。最も生長のよいものでみると樹齢20年で樹高10m、30年で14m、40年で16m、50年で19mとなるが、最も生長の悪い方でみると、それぞれ半分以下となっている。

4. 収量管理

人工林の場合、主要な樹種については密度効果の法則、二分の三乗の法則等をもとにした林分密度管理図が作成され広く利用されている。

天然林の場合は異齡林であることが多く、大小さまざまな樹木が存在しており、どの大きさ以上の樹木を対象とするかによって立木本数が変わってくるため人工林とは同列にあつかえない面をもっている。

Hozumi et al⁶⁾は、幹、枝、葉の全地上部の重量を大きい順から並べて積算する方法により、収量(Y)、平均値(M)、本数(N)との間に法則性のあることを見出した。

菊沢^{10,11,12,13)}は、こうした考え方をふまえ、新たにY-N関係をもとにした収量-密度管理図の作成等を行っている。これは、従来の林分の平均値に関する法則をもとにつくられた林分管理図と異なり、個体に関する情報も提供でき、ある径級以上の本数と材積が予測できるとしている。

スギ、ヒノキ等の針葉樹の利用の対象は幹部であり、広葉樹でも主要なものの利用対象が幹部に限られることが多い。こうしたこともあって、これまでの林分密度管理図等は収量の対象を幹部のみにしている。

これからの広葉樹は一般用材のほかに、楢木、パルプ、さらにはバイオマス変換用等での利用が考えられ、その利用対象は幹部のみならず枝部にまで及ぶことが多くなろう。従って、今後は幹部のみならず枝部をも対象とした管理図の作成が必要となろう。

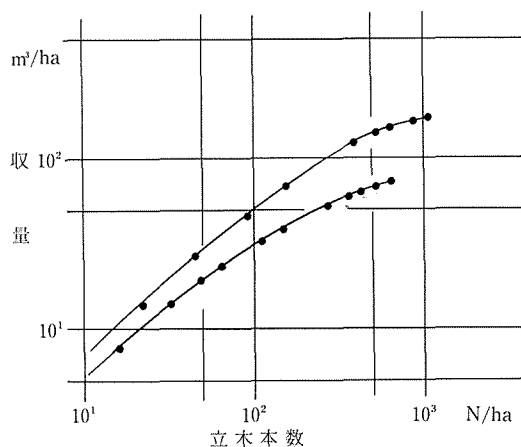


図19 直径を基準とした幹材積に関するY-N曲線

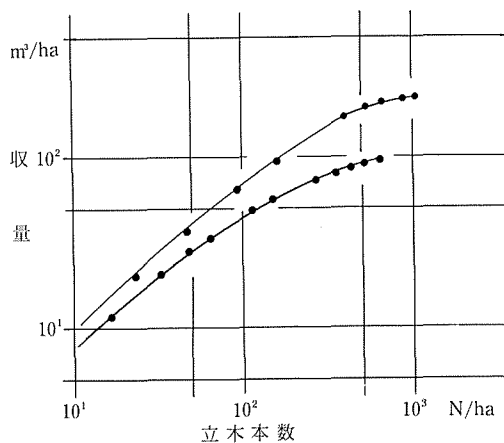


図20 直径を基準とした枝幹材積に関するY-N曲線

こうしたことから、クヌギ林において利用対象を幹部 (V_s) および幹部+枝部 (V_{s+B}) とした場合、 $Y-N$ 曲線等をもとにした管理図作成が可能かどうかを調べた。

$Y-N$ 曲線について、積算幹材積 (Y_s) と積算本数 (N) との関係逆数式 ($1/Y_s = B/N_s + A$) で示し、積算材積 $Y_s = \sum_{D_i}^{D_{max}} v_s(D_i)$ 、積算本数 $N = \sum_{D_i}^{D_{max}} n(D_i)$ 、平均幹材積 $M_s = Y_s/N$ 、 $1/M_s = AN_i + B$ の関係が成立するものとする。積算枝幹材積 (Y_{s+B}) の場合も同様である。 $Y-N$ 曲線の主なものについてみると図19~20のようである。

幹材積、枝幹材積とも曲線上へののりは良好である。

回帰式での常数はいずれも枝幹材積の方が大きい値を示している (表10)。

$Y-N$ 曲線は、林分によって交差するものがあり、応用にあたっては当然修正しなければならない。菊沢^{11,12)}は、Bポイント線を基準にして $Y-N$ 曲線を整理している。天然林では、測定限界のとり方により立木本数が変わってくるため最多密度線は本質的意味をもたないとされているが、管理図を作成する場合必要となることから、ここでは測定限界を4cm以上として求めた。

その結果は図21~22に示すごとくで、点の最も外側に接するように -45° の勾配をもつ直線をひき、これを取りあえず最多密度線とした。

次に、各林分の $Y-N$ 曲線上で等しい平均直径点を結んだものを等直径線として14~28cmの範囲

表10 $Y-N$ 曲線式の常数(1)(直径ベース)
($1/Y = B/N + A$)

plot No.	V_s		V_{s+B}	
	B	A	B	A
A	2.9533	0.0049	2.0483	0.0037
B	2.1139	122	1.4158	91
C	2.4718	52	1.6894	39
D	2.0299	48	1.3491	37
E	1.3314	85	0.8350	63
F	1.7257	51	1.1463	37
G	2.9057	47	2.0164	35
H	2.8684	52	1.9840	38
1	2.5480	62	1.7500	47
2	1.0481	37	1.5793	51
3	1.6827	42	1.1226	31
4	1.5079	72	0.9938	53
5	2.0728	50	1.3948	37
6	2.4137	50	1.6434	38
7	2.2113	50	1.4655	39
8	2.5402	52	1.7393	39

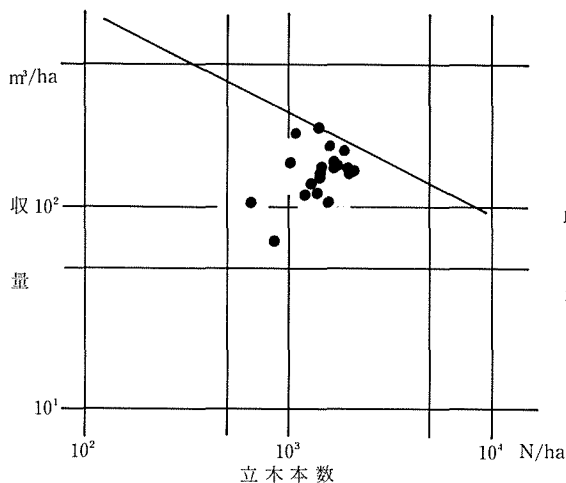


図21 幹材積に関する最多密度線

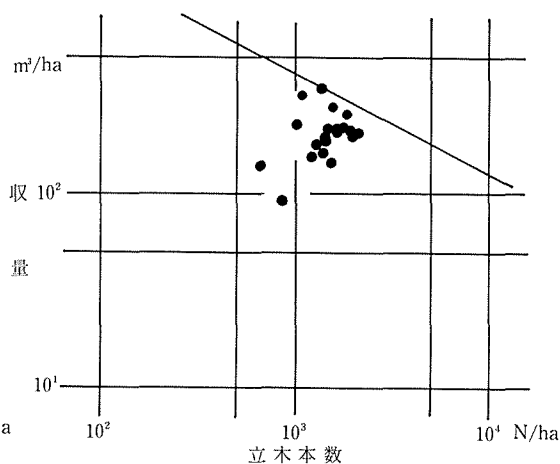


図22 枝幹材積に関する最大密度線

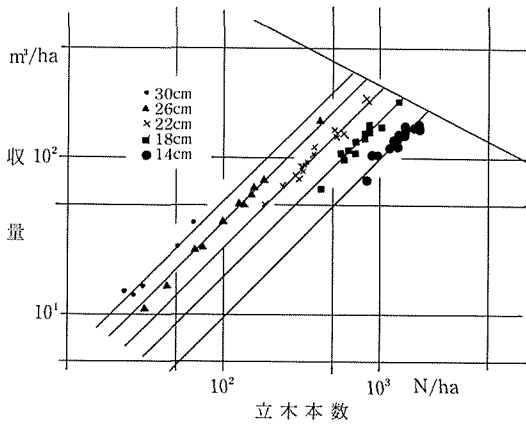


図23 幹材積に関する等平均直径線

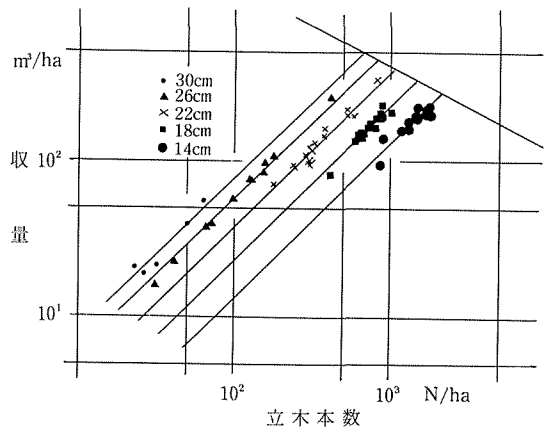


図24 枝幹材積に関する等平均直径線

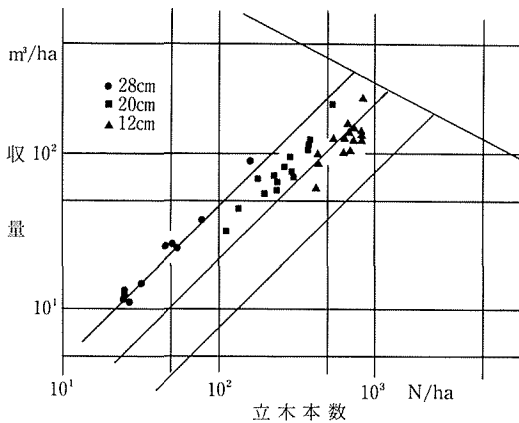


図25 幹材積に関する等限界直径点

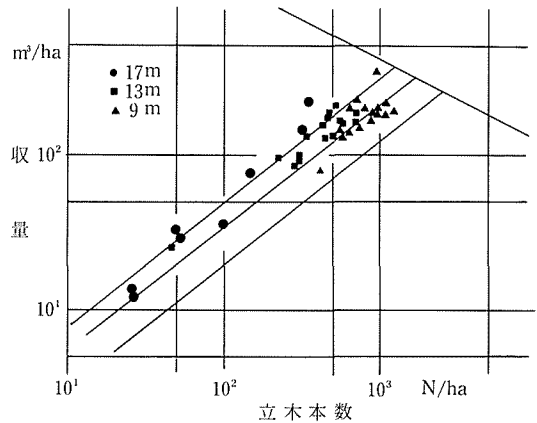


図26 枝幹材積に関する等限界直径点

のものについてみると図23~24のようである。

幹材積、枝幹材積とも45°に近い勾配で直線的に並ぶことがみとめられる。等平均直径線は理論的には1.0の勾配をもつ直線とみられることから、各直径点に沿って1.0の勾配をもつ直線をひいた結果、直線上でのり方は比較的良好である。

次に、ある直径級以上のものを対象とする場合、その直径を限界直径とし、各林分のY-N曲線上で等しい限界直径点を調べた結果は図25~26のようである。

等限界直径点は、等平均直径点にくらべてかなりバラツキがあるが、それでもある傾向をもって並ぶことがみとめられる。

菊沢^{10,13)}は、等限界直径線ははじめ右上方向にすすんでいくが、やがて左上方向に転じて双曲線に類似した曲線をとるとし、また、コンパクトネスという概念を導入し、こみ具合をあらわす基準をもうけている。

クヌギ林の場合、右上方向へすすむことはみとめられても、左上方向に転ずるまでにいたっていない。

以上のことから、クヌギ林においても等限界直径線については明確ではなかったが、Y-N曲線、等平均直径線については比較的適合するとみられることから、こうした考え方をもとにして幹材積および枝幹材積を収量の対象とした管理図作成の可能性があると思われる。

森林のもつ多面的機能を総合的かつ高度に利用していく一環として広葉樹資源の利用が考えられなければならない。広葉樹林の公益的機能面での果す役割の大きいことを考慮し、経済的機能面に片寄ることなく両者の調和をはかっていくことが必要である。とくに、本地域のように国立公園内にある森林においては、そのことが必要とされる。

そのための施業法としては、皆伐作業よりも択伐作業の方が望ましいことは当然である。

一般に、陽樹林の択伐作業は困難とされているが、しかし、決して不可能ではなく、かつてナラ等で行われたことがある。^{2,5,7,19,28)}

本地域のクヌギ林のように、コナラ等の他樹種を混交することにより、比較的長く複層林型を維持しやすいものでは、今後皆伐作業のみとせず、場所によっては択伐作業を考えていくことが必要であろう。

複層林型を維持していく施業を行う場合、直径に関する情報とともに樹高に関する情報のあることがより望ましい。一般に、直径は相対密度の影響を受けやすいが、樹高では受けにくいとされている。しかし、樹高が相対密度の影響を受けにくいのは平均値レベルのことであって、個体レベルではかなり受け、とくに天然林においてそれが著しい。

従って、複層林型を維持していく施業を行う場合、直径の情報とともに樹高に関する情報をもった収量管理図の作成がより望ましいことになる。

クヌギ林において、直径ベースと同様に樹高ベースでもY-N曲線等が成立するかどうか調べた結果は次のようである。

各林分の最大樹高 (H_{max}) から任意の樹高 (H_i) までの個体の積算幹材積 (Y_s) および積算枝幹材積 (Y_{s+B}) と積算本数 (N) との関係は次のようである。

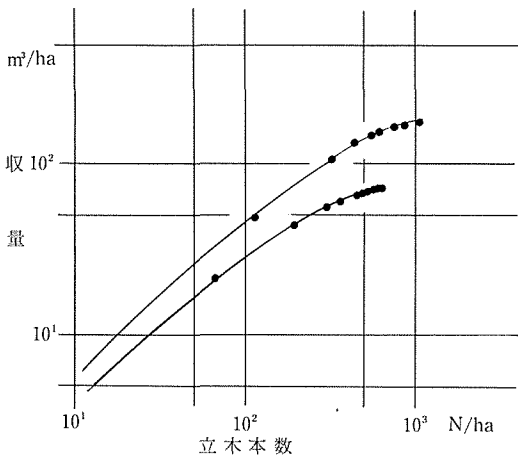


図27 樹高を基準とした幹材積に関するY-N曲線

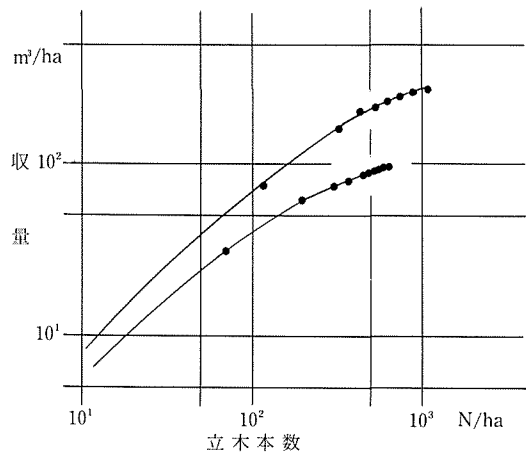


図28 樹高を基準とした枝幹材積に関するY-N曲線

$$1/Y_s = \sum_{H_i}^{H_{max}} V_s(H_i) \quad , \quad N = \sum_{H_i}^{H_{max}} n(H_i)$$

$$1/Y_{s+B} = \sum_{H_i}^{H_{max}} V_{s+B}(H_i) \quad N = \sum_{H_i}^{H_{max}} n(H_i)$$

$V_s(H_i)$, $V_{s+B}(H_i)$ は樹高階 (H_i) における個体幹材積, 個体枝幹材積を示し, $n(H_i)$ は樹高階 (H_i) に属する立木本数である。

平均幹材積 (M_s) および平均枝幹材積 (M_{s+B}) と N 等との関係は次のようである。

$$M_s = Y_s / N, \quad 1/M_s = AN + B, \quad 1/Y_s = B / N + A$$

$$M_{s+B} = Y_{s+B} / N, \quad 1/M_{s+B} = A'N + B', \quad 1/Y_{s+B} = B' / N + A'$$

樹高をベースにした $Y-N$ 曲線について調べた結果の一部は図27~28のようである。

幹材積および枝幹材積の $Y-N$ 曲線上におけるのり具合をみると, 枝幹材積の方が良好であるが, 直径ベースの場合にくらべて若干劣る傾向がみられる。

定数をくらべると, 直径ベースの場合と同様に幹材積の方が大きい値を示している (表11)。

次に, $Y-N$ 曲線上での等しい平均樹高点を結んだ線を等平均樹高線とし, 1 mおきの等平均樹高線を求めたが, その結果の一部は図29~30のようである。

等平均直径線の場合にくらべてバラツキが大きい, やはりほぼ45°の勾配で並ぶ傾向がみられる。

ここで得られた等平均樹高線と $Y-N$ 曲線との交点から, その林分の任意の平均樹高における本数および材積を知ることができる。

表11 $Y-N$ 曲線式の常数(2)(樹高ベース)
($1/Y = B/N + A$)

plot No.	V_s		V_{s+B}	
	B	A	B	A
A	4.4974	0.0026	3.1990	0.0021
B	2.9327	107	1.9752	84
C	3.2858	47	2.2920	36
D	2.5204	45	1.7531	33
E	1.3401	86	0.8602	63
F	1.5983	53	1.0597	39
G	3.7251	41	2.6265	31
H	3.2089	50	2.2072	39
1	2.4336	64	1.6577	48
2	2.1834	45	1.4921	34
3	2.0370	37	1.3731	27
4	1.2430	76	0.7992	55
5	2.3851	45	1.6165	34
6	3.0932	45	2.2422	37
7	2.5431	45	1.7327	35
8	2.5649	52	1.8173	39

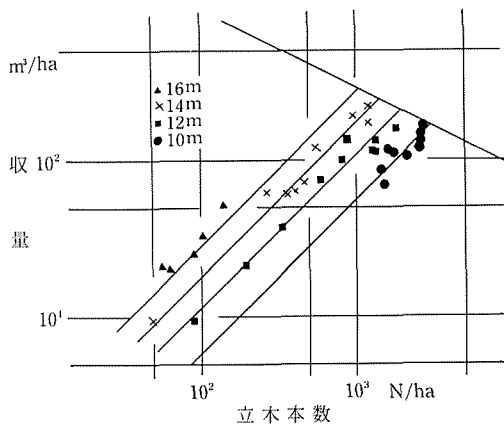


図29 幹材積に関する等平均樹高線

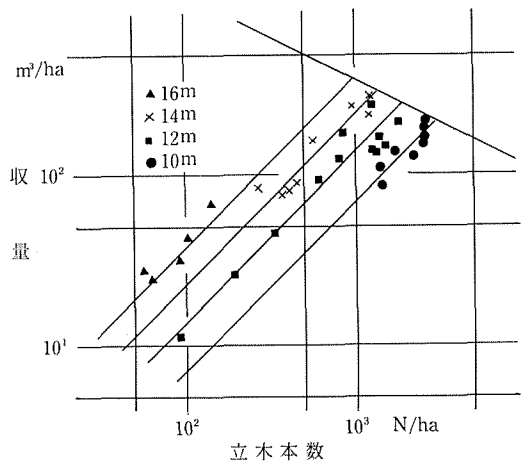


図30 枝幹材積に関する等平均樹高線

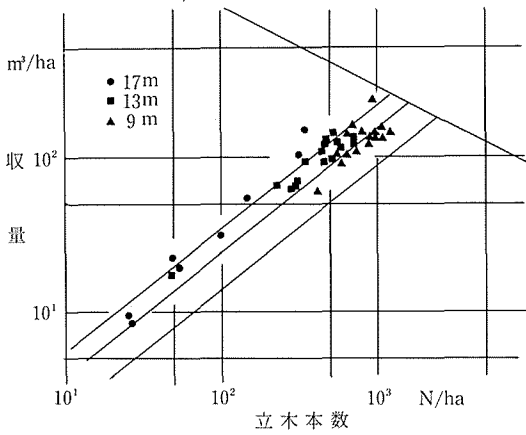


図31 幹材積に関する等限界樹高点

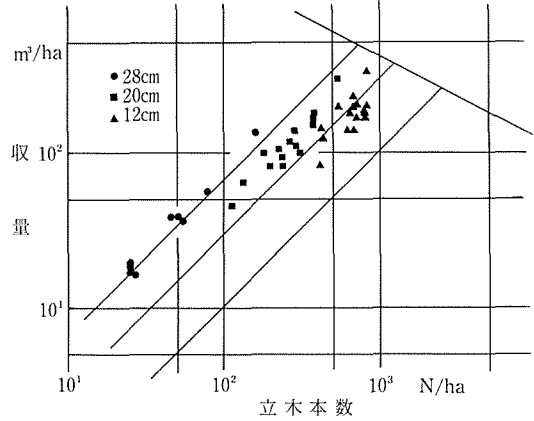


図32 枝幹材積に関する等限界樹高点

次に、任意の樹高以上のものを対象とする場合、その樹高を限界樹高として各林分のY-N曲線上の等しい限界樹高点を調べた結果の一部は図31~32のようである。

幹材積、枝幹材積ともかなりバラツキがあるが、本数増加とともに右上方向にすすむ傾向がみられる。しかし、等限界直径の場合と同様に左上方向に転ずるまでにはいたっていない。

以上のことからみて、直径ベースの場合と同様に樹高ベースの場合もY-N曲線等がほぼ成立するとみてよい。今後、こうした考え方にさらに年齢、生長量等の概念をくみ入れていき、収穫対象を幹および枝幹として、直径階および樹高階の情報をもりこんだ収量管理図をつくっていくことが必要である。

5. 二次林の有効利用と森林施業

i 有効利用

我国には、萌芽によって成立した広葉樹林は620万 ha あるとされている⁵⁾。これら二次林のほとんどは人間とのかかわり（生産活動）によって生じたもので、これまで長い間人間生活に大きく寄与してきた。すなわち、二次林は主として薪炭生産の場として機能し、一般家庭への燃料供給源、また、農林家の貴重な現金収入源として大きな役割を果たしてきた。しかし、燃料革命以降、薪炭生産の場としての機能が失われ、二次林と人間とのかかわりが急速に失われていった。その結果、農林家の二次林からの現金収入の途がとぎされ、離村を一層促すこととなった。二次林は、新しい工業技術の発生によって未利用資源に転落してしまったのである。

我国の急速な高度工業社会への移行の過程で、どちらかという自給自足的な小農社会であった山村でも、経済性、効率性の向上につながる工業的技術を導入せざるをえなくなってきた。その結果、都市と資源利用構造の著しく異なる山村ではうまく対応できず、多くの未利用資源を生むにいたった。

しかし、資源多消費型の高度工業社会のあり方に疑問がもたれてはじめて今日、新たな視点にたつて山村における未利用資源を再び有効に利用していくことは極めて意義のあることである。

近年、広葉樹林が公益的機能および経済的機能の面から見直されつつある中で、放置されたままの多い二次林を有効に利用すること、とくに日銭を確保する場として利用できるならば、山村への定住促進にもつながっていくものと考えられる。

今後、二次林と人間との新しいかかわりをつくっていくこと、すなわち、二次林の復権を考えていくことは、林業振興、山村振興上極めて重要であり、かつまた急務であるといえよう。

二次林を有効に利用していく場合、まず、林地の利用区分、森林の機能別区分を行うことが必要である。

一部、針葉樹人工林化するものや他産業用に転用するものを除き、広葉樹林として利用していくものについては、公益的機能の維持、増大を主目的とする公益林と経済的機能の維持、増大を主目的とする経済林とに区分しなければならない。

吉良¹⁷⁾は、環境保全の面で大きな役割を有する原生林がほとんどなくなった今日、なによりたよりにしなければならないのは二次林であるとしている。

一般に、公益的機能については二次林よりも原生林の方がすぐれているとされている。しかし、風致的機能、鳥獣保護機能等で原生林よりすぐれている場合もみられ、二次林が全ての面で劣るとは言いにくい。

現在、公益的機能の面で果している二次林の役割は大きく、今後も益々その役割が大きくなっていく。

公益的機能を主目的とする公益林については、全く伐採を行わないものと、一部伐採をし経済的に利用していくものと考えなければならない。公益性のとくに高いところは当然禁伐が必要であろうし、また、原生林の植生を多く含むものについては、一部そのままにし原生林へもどしてやることも考えるべきである。

国立公園の第1～3種特別地域などのようなところでは、公益的機能の維持、増大をはかりつつ、一部伐採して経済的利用をも考えていく必要がある。

これまでの我国の林業はあまりにも針葉樹一辺倒、用材一辺倒でありすぎたきらいがある。スギ、ヒノキ等の針葉樹人工林では、その収入は植栽後数十年たってからが普通であり、長期的効用があっても短期的効用はあまりなく、山村への定住促進にはそれほど効果があるとはいえない。

山村における最大の資源である森林を有効に利用していくには針葉樹の人工林のような長期的効用のほかに、短期的効用、すなわち、日銭の確保をもたらすものがどうしても必要であり、それには放置されている二次林を再び利用することが最も望ましいことである。

二次林を経済的にどのように利用していくかを具体的に決めることは現時点では極めて困難なことであるが、地域の自然的、社会的条件を十分配慮して、家具、車輛、船舶、汁器や花器のような小型工芸品、シイタケ原木、パルプ、燃料その他、技術革新をすすめながらその用途を開発していかなければならない。

こうした利用を考えていく場合、単独の利用化のみでは限界があり、いくつかを組み合わせ、生産から流通まで一貫した体制をつくっていくとともに、農業、畜産、加工業等とを連結させた生産複合(バイオマス・コンビナート)を考えていくことが必要である。

資源の利用活動や廃棄物の処理活動を有機的に連結したトータルシステムをつくっていくことが資源を高度に利用することになるとともに環境保全にもつながっていくことになる。

経済性、効率性の向上を優先する従来の工業的生産方式でなく、分散の小規模経営で多量少量生産型、エネルギー多段的利用型、リサイクル型であり、地域に合った安定かつ安全な生態的生産方式が最も望しい。

二次林の有効利用は、こうした時間的にも空間的にも無駄のないバイオマス・コンビナートの一環として考えていくことが最も望しいあり方である。

二次林は、都市の人々の自然とのふれあいの場として、水資源供給源としてなど、多くの面で都市とのつながりを益々つよめてきている。

二次林をふくめた森林の効用にかかわる人間および地域の範囲は次第に拡大し、かつ特定しにくくなっている。かつては、山村の農林家のみの管理でよかったものも、今日のようにかかわりをもつ人間が拡大してくると、その管理には農林家のみならず、地域全体で考えていかなければならない側面が出てきている。

こうした点を考える場合、現在の森林計画制度や保安林制度では十分といいがたく、今後、あらたに生産と環境保全を配慮した管理体制、すなわち、生産、環境保全管理体制といったものを確立していくことが必要であろう。こうしたことを通じて山村と都市との新たな連帯がつくられていくことが望まれることである。

さらには、かつて里山文化、二次林文化といったものがつくられたように、将来は山村の人々、都市の人々が二次林を介して自然とふれあい、そこから新しい文化が形成されていくことが最も望しいことである。こうしたことが真に健全な山村の維持、形成に必要なことと考える。

ii 森林施業

今日、森林のもつ多面的機能を総合的かつ高度に利用していくことが社会の要請とされているが、同一森林において全ての機能を最大限に発揮させることは不可能なことである。公益的機能の中には、木材生産と共存しやすいものから全くあいられない二律背反的なものまである。公益的機能に対する要請がそれほどつよくない段階で目立なかったことも、要請が高度化してくると機能の中には矛盾が顕在化し、両立しないものがはっきりしてくる。結局、地域の自然的、社会的条件を考慮して、機能にウェイトをつけ、それぞれ適正な施業を行い、地域として総合的かつ高度な利用を考えていかなければならないことになる。従って、地域の森林については、できるだけ画一性をさげ、針葉樹林と広葉樹林および原生林、二次林、人工林等がそれぞれモザイク的に共存している状態が最も望しい姿といえる。

こうしたことから、広葉樹の二次林を低質広葉樹林として軽視することには問題があり、二次林の存在意義を十分認識し、その公益的機能および経済的機能を有効に利用していくことを考えていかなければならない。

二次林のほとんどが人間とのかかわりによって生じたものであり、その維持には人間のかかわりが必要であるという側面をもっている。

二次林を有効に利用していく場合、その生態系の変化（生物学法則）を十分尊重しつつ、人間がそ

れに関与（干渉）して共存をはかっていくことが必要である。

植生の循環的变化において、基本的なものをおかさな範囲（生態系の許容範囲）で人間が関与し、人間にとってより有効な二次林として機能の維持（生態系の維持）をはかるようにしなければならない。人間の関与（干渉）によって共存をはかるやり方、これが賢明な二次林の利用と環境保全に関する基本的考え方である。

二次林に関しては、その自然的環境とともに社会的環境をも重視しなければならない。

二次林を林業的に有効に利用していくにあたっては、その生産目標を明確にしたうえで、公益的機能の維持をはかりつつ、できるだけ土地生産力の向上および労働生産力の向上をもたらすようにしなければならない。

二次林についてその公益的機能と経済的機能の調和した森林施業がとられなければならないが、その場合の望ましい林型に混交異齢複層林があげられよう。

一般に、天然林は多くの樹種からなり、かつ複層林型を呈している。二次林を有効に利用していくには、当面は天然林の林型を改良し、人間にとって有用な林型へ誘導していくことが必要である。

混交林は陽光の利用、地力低下の防止等の面で有利であり、また、林分生長率も高く、公益的機能のみならず経済的機能の面でもすぐれたものをもっている。

複層林は環境保全および生長、更新、保護等の機能に関して、常に総合的かつ統一的性格をもっており、皆伐一斉人工林とは著しく異なっている。

こうした長所をいかすやり方をとるならば、複層林施業は環境保全はもとより、土地生産力および労働生産力をも高める可能性を十分もっている。

一般に、クヌギ林のような陽樹林は択伐作業が困難とされ、皆伐作業が主要な作業種とみられている。

しかし、かつて福島県北会津郡大戸村^{7,19)} 岩手県築川村^{8,19)} その他¹⁹⁾でコナラ等の択伐作業が行われ、その有利性が指摘されたことがあり、決して不可能なことでない。

本クヌギ林のように、コナラ等の他樹種を混交することにより複層林型を維持しやすいものでは、混交のメリットを生かし、伐採率等を考慮することにより択伐作業が可能と思われる。

これからの二次林施業は、皆伐作業のみとせず、多様性をもたせ、場所によっては混交異齢複層林施業をも考えていくことが必要であり、とくに自然公園のようなところではそれが必要であろう。

我国では、大正の終わりから昭和のはじめにかけて、国有林を中心に択伐作業の盛んな時代があったが、現在では、スギ、ヒノキ等の針葉樹の択伐作業が民有林、国有林のごく一部に行われているにすぎず、広葉樹の択伐作業についてはほとんどみるべきものはない。

一般に、広葉樹の択伐作業は技術的にむずかしいこと、労働や経費が多くかかることなど短所も多いが、環境保全の面ですぐれていること、生長量の増大が期待できること、生産材の形質を均一化でき収益増大が期待できること、伐採の繰返し年数を短くすることができること、樹種改善がしやすいことなど多くの長所をもっている。近年、択伐作業が見直されつつある中で、針葉樹の択伐作業のみならず、広葉樹の場合についても見直す必要がある。

経済的利用を主目的とする二次林については、その生産目標により大径材生産林、小径材生産林、

大小径材生産林等いくつかに分けられる。

伐採は、単木択伐が最も望しいが、困難な場合は群状択伐となろう。伐採率は、はじめ強度であっても次第に中庸、弱度への方向にすすむようにする。

更新は、萌芽および天然下種による天然更新が主となり、補完的に植栽又は播種による人工更新が考えられよう。複層林型を維持しつつ定期的に収穫をうることを考えていく場合、その林型は均衡異齡複層林とすることが最も望ましい。

均衡異齡複層林において、望しい直径分布、樹高分布、回帰年、伐採率、伐採量が決められ、伐採収穫した後一定年数たつともとの林型にもどることになる。

選木は、上層木伐採が主となり、この上層木伐採により、定期的収穫が確保されるとともに、均衡異齡複層林型が維持されることになる。

収穫規整法としては、照査法又はそれに類したものが理想的であるが、はじめは単純な生長量法となろう。

単純均衡異齡複層林又は混交均衡異齡複層林を育成していく場合、その林型が正常な状態にあるかどうかは、直径分布図、樹高分布図のほかには葉層図、樹高一枝下高関係図も有力な判定手段となろう。

また、適正な林型を維持しつつ収穫を生産目標に応じて効率よく行っていくためには、合理的な収穫管理が必要であり、収穫の対象を幹部又は枝幹部とし、直径階情報を主としてこれに樹高階情報をも加えた収穫管理図をつくっていくことが、こうしたことに大きく貢献することになる。

二次林を有効に利用していく場合の担い手は農林家が主となるため、家族労働を中心とした小規模経営とならざるをえない。一般に、家族労働による小規模経営は、土地生産力が高いが労働生産力は低いとされており、できるだけ機械化、路網の整備をしていくとともに共同化による規模拡大をはかることが労働生産力を高めるうえから必要である。

さらには、林業内および他産業の経営体間の分業による協業（協同関係）を行い、バイオマス・コンビナートの一環として考えていくなれば、生産力の一層の向上をもたらすことになる。

IV 総 論

クヌギ、コナラ等の二次林は、かつては経済的のみならず文化的にも山村の人々と深いかかわりをもっていた。それが燃料革命を契機に急速にうしなわれ、放置されたままのものが多くなった。

この二次林を有効に利用し、新たな関係をつくっていくことは、健全な山村を維持、形成していくうえからも極めて重要なことである。

本研究は、中国地方に広く分布する二次林のうち、クヌギ林について、今後これを有効に利用し、適正な施業をしていくための基礎的研究として行ったものである。

i. 物質生産、林分構造等

森林を合理的に施業していくためには、まず、その物質生産や林分構造等の特性を知ることが必要である。

クヌギ林の各器官の現存量の推定は幹の D^2H との相対生長式を用いて行うことが可能である。

各器官の現存量は、林齢、生育環境等により大きく異なるが、割合で見るとあまり大きな差がみられなくなる。

各器官の地上部全体に対する割合の平均値は、幹で73.0%、枝で23.0%、葉で4.0%となり、枝の占める割合が針葉樹にくらべてかなり高い。

枝の割合の大きいことは、広葉樹の短所の一つとされてきたが、楢木、パルプ、さらにはバイオマス変換用等を考えた場合、利用対象が幹部のみならず枝部まで及ぶことから必ずしも短所とはならない。

今後、幹部および枝部の合理的利用法を開発していくとともに、枝部をも含めた管理技術の確立が必要である。クヌギ林の生産能力は、最近1年間の生産量、葉の生産効率でみるかぎり、落葉広葉林として良好な方である。

一般に、人工林においては相対密度が高まると直径の度数分布は正規型からL型へ、樹高は正規型又はJ型になりやすいとされている。

天然林であるクヌギ林では、これと異なり直径は顕著なL型であるものが正規型に近くなり、樹高はややL型であるものが正規型又はJ型に近くなっていく。

人工林では、生育にともなって高まっていく相対密度の影響を直径ではうけやすいが樹高ではうけにくいこともあって小さい直径のものが必ずしも低樹高とかぎらない。従って、小さい直径のものが全て被圧の対象となるとはかぎらない。天然林であるクヌギ林では、稚樹の発生時期が異なることもあって大小さまざまな個体が存在し、小さい直径で小さい樹高のものが多し。また、小さい個体のものほど本数が多く、直径、樹高の分布はL型を示すのが普通である。

それが生育がすすんでいくにつれ、小さい個体（小直径、低樹高）のものほど被圧される機会が多くなり、その結果次第に枯死していくものが増えていくものとみられる。こうしたことが、度数分布のL型がくずれていく大きな原因と考える。

陽樹林では生育がすすむにつれ一斉林型に近くなるとされているが、クヌギ林もそのような段階になった場合に、直径分布のL型化が再びおこることも考えられる。

クヌギ林の葉の垂直分布は、コナラ林にくらべて下方まであり、高さによる葉量の差はコナラ林ほど大きくはない。クヌギ林、コナラ林とも陽樹林であり、その生産構造は大きくはソバ型に属するとしても、クヌギ林はコナラ林にくらべてよりイネ型に近い。しかし、これはクヌギそのものが下方まで葉をもっているものでなく、クヌギ林で下層木を占めるコナラを主とする他樹種の葉によるものである。

葉の SLA(葉面積/葉重量比)は、クヌギの平均値は $121\text{cm}^2/\text{g}$ で、コナラのそれより小さい。また、同じ個体では下方の葉ほど SLA が大きくなる傾向がみられる。このことは下方の葉ほど陰葉化していることを示していよう。

葉層図、樹高一枝下高関係図は、生産構造図にくらべて作成が容易であるほかに個体に関する層構造がわかる長所をもっている。

クヌギ林では、クヌギは材積割合では75%以上占めているが本数割合では50%前後しかなく、上層

木をクヌギが占め、下層木はコナラを主とする他樹種で占める傾向がある。こうしたことから、クヌギとコナラ等はすみわけをしており葉層の不連続性も予想されたが、葉層曲線は比較的なめらかに連続しており、樹高一枝下高関係図からも層の分化はみとめられない。このことは上層木であるクヌギの下方の葉と、下層木であるコナラ等の上方の葉とお互にまじり合っていることを示している。上層木を占めるクヌギのみについてみると葉層は上方に片寄り、明らかに一斉林型を呈している。クヌギ林は下方まで葉を連続的にもち、複層林型を維持しているのは、下層木としてコナラ等を混交させているからである。

クヌギ林において、下層木にクヌギが少なくコナラが多いこと、葉層の範囲は広いが下方の葉層は主にコナラで占められていること、クヌギとコナラの競合状態にある林分では、枝下高割合はクヌギで大きくなるがコナラでは大きにならないこと、クヌギのSLAはコナラより小さいことなどからみて、クヌギ林では光が比較的下方まで透過するとしても、その光の利用に関してはクヌギよりコナラの方が有利とみられる。

クヌギ林は、コナラ林にくらべ他樹種を下層木として混交させることにより複層林型を維持しやすいとみられるが、こうした複層林型の状態や混交の状態を分析する場合に、葉層図や樹高一枝下高関係図は有効な手段となろう。

ii 材積表の調製

広葉樹の材積表の調製は針葉樹の場合とことなり樹種ごとでなく全体またはグループごとが多い。また、これまでの材積表は幹部に関するものであり、枝部を対象としたものはほとんどみられない。

柾木、パルプ、バイオマス変換用等を考えた場合、利用の対象が枝部にまで及ぶことから、材積表調製も幹部とともに枝部をも対象としたものが必要である。

材積表の調製には多くの労力と時間を要するのが普通であるが、相対生長式を用いることにより、せまい範囲に限定はされるが任意の樹種、地域に適合する材積表を比較的容易につくることができる。

クヌギの幹材積および枝幹材積と幹の D^2H との相対生長式を用いて、直径、樹高二変数幹材積および直径、樹高枝幹材積表を作成することができる。

広葉樹の利用対象が枝部まで及ぶとしても、枝幹材積全てが利用できるものでない。直径5 cm以上の枝幹部の材質を利用材積として、この利用材積率は枝幹部材積の増大とともに増大し、枝幹材積が $0.1\sim 0.2\text{m}^3$ あたりから横ばいとなり、その値は80%前後となる。

広葉樹を実際に利用する場合、樹皮を除いて利用することが多い。クヌギの幹の樹皮率は直径の大きさによっても異なるが20~30%のものが多く、コナラ、ブナ等より高い値を示している。

iii 収穫管理

収穫管理に関する技術の確立は、生産目標を効率的に達成していくうえで極めて重要なことである。

人工林においては、密度効果の法則、二分の三乗の法則等をもとにした密度管理図が作成され広く利用されている。しかし、この場合の直径、樹高等はあくまで平均値に関するものであることから、直径階に関する情報をも提供できる収量管理図の作成がすすめられている。

広葉樹の陽樹林も生育につれ一斉林型になりやすいとされているが、実際には樹高にかなりの巾がみられ、また、本クヌギ林のように他樹種を下層木として混交していることにより比較的長く複層林

型を維持しやすいものもある。

これからのクヌギ林施業は、皆伐一斉施業が中心になるとしても国立公園等はもとより、場所によりできるだけ複層林施業を考えていかなければならない。

複層林型を維持していくための施業を行う場合、直径に関する情報とともに樹高に関する情報もくみ入れた管理図の作成がより望ましいことになる。また、これまでの管理図は幹部のみを対象としているが、広葉樹の利用分野を考えた場合、幹部とともに枝部をも対象とした管理図の作成が必要である。

クヌギ林について、直径をベースにした場合と同様に樹高をベースにしたY-N曲線等の適合がみとめられた。また、収穫の対象を幹部した場合、枝幹部とした場合ともに適合することがみとめられた。

こうしたことから、幹部および枝幹部を対象にして、直径および樹高に関する情報を提供できる管理図作成の可能性があると考える。今後は、こうしたものに林齢、生長量等の情報をくみ入れていくことが必要である。

iv 二次林の有効利用と森林施業

クヌギ等の二次林を有効に利用していく場合、まず、林地の利用区分、森林の機能別区分を行う必要がある。

一部、針葉樹人工林化するものや他産業用に転用するものを除き、広葉樹林として利用していくものについては、公益的機能の維持、増大を主目的にする公益林と経済的機能の維持、増大を主目的にする経済林に区分する必要がある。

公益林については、全く伐採を行わないものと、一部伐採をし経済的利用していくものと考えなければならない。公益性のとくに高いところでは当然禁伐が必要であろうし、また、原生林の植生を多く含むものについては一部そのままにして原生林へもどしてやることも考えるべきである。

国立公園の第1～3種特別地域などのようなところでは、公益的機能の維持、増大をはかるとともに、一部伐採して経済的利用をも考えていく必要がある。

山村における最大の資源である森林を有効に利用していくには針葉樹人工林のような長期的効用のほかに、短期的効用、すなわち、定住促進のためにも日銭の確保の場として利用していくことが必要であり、それには放置されている二次林を再び利用することが最も望ましいことである。

二次林の経済的利用については、地域の自然的、社会的条件を十分考慮して、家具、車輛、船舶、汁器や花器等の小型工艺品、シタケ原木、パルプ、燃料等、技術革新をすすめながらその用途を開発していかなければならない。その場合、生産から流通まで一貫した体制をつくっていくとともに、農業、畜産、加工業等を連結させた生産複合（バイオマス・コンビナート）を考えていくことが必要である。

資源の利用活動や廃棄物の処理活動を有機的に連結したトータルシステムをつくっていくことが資源を高度に利用することになるとともに環境保全にもつながっていくことになる。

二次林の有効利用は、こうしたバイオマス・コンビナートの一環として考えていくことが最も望ましいあり方である。

今日、森林のもつ多面的機能を総合的かつ高度に利用していくことが社会の要請とされているが、

同一森林において全ての機能を最大限に発揮させることは不可能なことである。結局、地域の自然的、社会的条件を考慮して機能にウェイトをつけ、それぞれ適正な施業を行い、地域として総合的かつ高度な利用をはかっていかなければならない。従って、地域の森林については、できるだけ画一性をさけ、針葉樹林と広葉樹林および原生林、二次林、人工林がモザイク的に共存している状態が最も望ましい姿ということになる。

こうしたことから、広葉樹の二次林を低質広葉樹林として軽視することは問題があり、二次林の存在意義を認識し、有効に利用していくことを考えなければならない。二次林を有効に利用していく場合、生態系の変化（生物学法則）を十分尊重し、生態系の許容範囲内で人間が関与（干渉）して共存をはかっていくことが必要である。

二次林について、その公益的機能と経済的機能の調和した森林施業を行う必要があるが、その場合の望ましい林型として混交均衡異齢複層林があげられよう。

混交林は、陽光の利用、地力維持、風致的機能等ですぐれており、複層林は環境保全および生長、更新、保護等において、常に総合的かつ統一的性格をもっており、皆伐一斉人工林と著しく異なる面をもっている。

これからの二次林施業は、皆伐作業のみとせず多様性をもたせ、場所によっては混交均衡異齢複層林施業を考えていくことが必要であり、とくに自然公園のようなところではそれが必要であろう。

経済的利用を主目的とする二次林は、その生産目標により大径材生産林、小径材生産林、大小径材生産林等いくつかに分けられよう。

伐採は、単木択伐が最も望ましいが、困難な場合は群状択伐となろう。選木基準としては上層木の伐採が主となり、伐採率ははじめ強度であっても次第に中庸又は弱度の方向へもっていくことが望ましい。

更新は、萌芽および天然下種が主となり、補完的に植栽や播種が考えられる。収穫規整法は照査法又はそれに類したものが理想的であるが、はじめは単純な生長量法となるであろう。

単純均衡異齢複層林又は混交均衡異齢複層林を育成していく場合、その林型が正常か否かについては葉層図や樹高一枝下高関係図も有力な判定手段となり、また、収穫を生産目標に応じて効率よく行うために、収穫対象を幹部又は枝幹部とし直径階情報を主にし樹高情をも加えた収穫管理図の作成が大きく寄与することになる。二次林を有効に利用していく場合の担い手は農林家が主となるため、家族労働を中心とした小規模経営が考えられる。一般に、家族労働による小規模経営は土地生産力は高いが、労働生産力は低いとされることから、できるだけ機械化や路網の整備をしていくとともに共同化をすすめ規模拡大をはかることが必要である。さらには、林業および他産業の経営体間の協同関係をつくり、バイオマス・コンビナートの一環として考えていくなれば、生産力の一層の向上をもたらすことになる。

これからの二次林は、都市の人々の自然とのふれあいの場としての機能など、都市とのつながりを益々深めていくとみられる。山村と都市との新たな連帯をつくるための体制づくりも必要である。

さらには、かつて里山文化、二次林文化といったものがつくられたように、今後、二次林を介して自然とふれあうことにより、そこから新しい民話、伝承等新しい文化が形成されていくなれば、真に健全な山村の維持に大きく貢献することになると考える。

V 要 約

本研究は、放置されたままの多いクヌギ二次林を有効に利用し、適正な施業を行っていくための基礎的研究として行ったものである。

1. 各器官の現存量の平均割合は、幹で73%、枝で23%、葉で4%である。
2. 地上部全体の生産量は、10.27ton/ha・年である。
3. 生育にともない直径分布はL型からやや正規型へ、樹高分布はややL型からややJ型へ変わっていく。
4. 生産構造図は大きくはソバ型である。
5. SLAの平均は121cm²/gで、同じ個体では下方のものほど大きくなる傾向がある。
6. クヌギ林はコナラ等を下層木として混交させることで複層林型を維持しやすくしている。
7. その場合の葉層は連続しており、層の分化はみとめられない。
8. 幹材積、枝幹材積とD₂Hとの相対生長式をもとに、二変数の幹材積表、枝幹材積表の作成が可能である。
9. 幹部、枝幹部を対象にし、直径階情報、樹高階情報をもつ収量管理図の作成が可能である。
10. クヌギ二次林は利用目的により環境林と経済林に大別されよう。
11. 経済林の望ましい林型は、均衡異齢複層林で、その伐採法は上層木伐採が主となり、更新法は萌芽および天然下種である。
12. 二次林の有効利用はバイオマス・コンビナートの一環として考えていくことが最も望ましい。

文 献

- 1) 安藤貴：相対生長法による林分の現存量推定法についての問題点。日林講集，76，171～172(1965)
- 2) 青森営林局：平内矮林択伐実験林説書。(1938)
- 3) 荒木真之：シラベの葉面積／葉重量比と照度との関係。日林講集，78，102～104(1967)
- 4) 荒木真之：カラムツの葉面積／葉重量比と照度との関係。日林誌，50，185～186(1968)
- 5) 大日本山林会：広葉樹林とその施業。地球社，東京 pp.117～209(1981)
- 6) Hozumi, K., Shirozaki, K. and Tadaki, Y.: Studies on the frequency distribution of the weight of individual trees in a forest stand 1. A new approach toward the analysis of the distribution function and the $-3/2$ the power distribution. 日生態誌 18, 10～20(1968)
- 7) 伊藤正斌：「立て立て伐り」矮林択伐作業について。御料林，42，(1941)
- 8) 甲斐重貴：暖帯性落葉広葉樹林の特性と施業に関する研究。宮大演報，10，1～124(1984)
- 9) 菅野高穂：広葉樹の施業に関する基礎的研究—主として北海道における広葉樹林の分析—。北大演報，41，1～91(1984)
- 10) 菊沢喜八郎：北海道における天然広葉樹の収量—密度。日林誌，60，56～63(1978)
- 11) 菊沢喜八郎：収量—密度図を利用した収穫予測の試み。日林誌，61，429～436(1979)

- 12) 菊沢喜八郎：ミズナラを主とする広葉樹林の収量一密度図。日林誌，**61**，8～14（1979）
- 13) 菊沢喜八郎：収量一密度図の理論と応用。林業統計研究会誌，**10**，63～73（1985）
- 14) 木村武松：北上東部地方の薪炭林成長量。日林講集，**61**（1953）
- 15) 吉良竜夫：熱帯多雨林の物質代謝。自然，**19**（1954）
- 16) 吉良竜夫：陸上生態学一概论一。共立出版，東京（1976）
- 17) 吉良竜夫：自然保護の思想。人文書院，東京，pp.117～141（1976）
- 18) 松井善喜：温帯北部地方の広葉樹の萌芽性について。北海道林試時報，**69**（1951）
- 19) 嶺一三：薪炭林の施業法改善。日林協，東京，pp.27～47（1950）
- 20) 小笠原隆三：砂丘地におけるクロマツ林の胸高直径と樹高の度数分布と順位の変動。鳥大演研報，**16**，43～54（1986）
- 21) 小笠原隆三：コナラ二次林の現存量および生産量。広葉樹研究，**4**，257～262（1987）
- 22) 小笠原隆三：コナラ二次林の林分の構造。広葉樹研究，**4**，263～270（1987）
- 23) 小川房人：個体群の構造と機能。朝倉書店，東京，pp.31～46（1980）
- 24) 大友栄松：材積表の検討について。日林誌，**36**，234～237（1956）
- 25) 只木良也・峰屋欣二：森林生態学とその物質生産。林業科学技術振興所，東京 pp.9～42（1968）
- 26) 只木良也・峰屋欣二・羽秋一延：森林の生産構造に関する研究。日林誌，**51**，331～339（1969）
- 27) 四手井網英編：アカマツ林の造成。地球出版，東京，pp.81～96（1963）
- 28) 安井正憲：薪炭林施業改善試験結果について。日林誌，**33**，（1951）
- 29) 小笠原隆三・山口敏男：（未発表資料）