

芦生演習林の林況について (Ⅱ)

－ 林相と林分構造 －

和田 茂彦・川村 誠・神崎 康一

1. はじめに

京都大学芦生演習林（京都府北桑田郡美山町）は、天然生林も多く残り、また京都から比較的近いこともあって、教育研究の場としてもっともよく利用されている演習林であるが、まだまだ知られていないことも多い。例えば林況もその一つである。設定前後の林況については前報¹⁾で報告したとおりであり、その後多くの調査研究がなされることによって、その全貌が次第に明らかにされてはきたが、未だ十分とはいえない。今回はこれまで調査が行われながらも未発表であった分を加えて、主として林相と林分構造について報告することとした。

なお、演習林の地形や植生についての情報を提供するものとしては、和田ら²⁾、吉村^{3,4)}、岡本⁵⁾、「天然林の生態」研究グループ⁶⁾、及び福罵ら^{7,8)}の研究報告があり、林分構造及び蓄積の標高、地形の違いによる変化を詳細に検討したのものとして安藤ら⁹⁾の論文がある。

林分構造については和田ら²⁾の研究資料によったが、中でも現地調査の主導的役割を果たした故吉村健次郎助教の力によるところが大きいことをここに特記しておきたい。実験式の計算・パソコン製図にご協力をいただいた本学演習林酒井徹朗講師、ならびに調査にあたってご支援下さった多くの芦生演習林関係者に対し深甚なる謝意を表するものである。

2. 調査の方法

大正10年、当時の知井村大字芦生に演習林が設定されると直ちに経営に着手したが、まだ農学部も創設されておらず、技術者にも乏しかったので積極的な経営は当初1年だけ行われたにすぎない。それ以後は専ら林地を完全に保護管理するという消極的な方法によっていたが、大正12年に農学部が創設され、大正13年には附属演習林の制度が設けられたので、以来周到な調査を続行して根本的方針を確立し、これに基づいて逐次経営を進めつつあった。従って、この段階ではわずかにスギの分布についての記載¹⁾が見られるだけである。昭和5年に至って測量事業の完結と同時に施業案編成の大業を終り、ここに初めて完全な施業経営を開始するに至ったといわれている¹⁰⁾。この時針葉樹林、針広混交林、広葉樹林の3林相に分けて本数及び材積について標準地調査が行われ、またこれに基づいて林相図が作成された。その後必要に応じて部分的に林相図が作成された。しかし、印刷物となって公表されるまでには至らなかった。

戦後になると芦生演習林の教育研究及び経営に資する目的をもって、昭和38年（モノクロ）、44年（モノクロ）、49年（赤外カラー及びモノクロ）及び平成元年（カラー及びモノクロ）には全域にわたっての、昭和59年（赤外カラー）には部分的な空中写真が撮影されたが、最初の成果

品は地形図（昭和38年測図，縮尺1/10,000）であった。昭和50年代に入ると，これまでの経営方針を再検討する必要に迫られ，基礎資料整備の一環としてまず林相図の作成に着手することになり，川村 誠を主査として昭和52年，同49年撮影の写真に基づいた下書きが完成し，今回本印刷の運びとともに公表するに至ったのである。なお，林相区分の基準については林相図中に記載しておいた。

一方，林分構造に関するデータは次のようにして得られた。昭和38年の夏に1/10,000の地形図上，ブナノキ峠を原点と想定した間隔各1cmの格子線を描いて，その各交点から無作為に100点を抽出して調査を行ったが，実行できたのはそのうちの63点であった。また，調査時点で人手が加わっていない天然生林と思われる箇所は58であり⁹⁾，本報告でもこれに従う。各プロットは0.1haの正方形で，その中の胸高直径10cm以上の立木すべてについて直径及び樹高などの測定が行われた^{2,3,4)}。なお，調査地の位置その他はこれらの報告に，また標高あるいは地形別の分類については安藤らの論文⁹⁾に詳しく述べられているので，ここでは触れない。

3. 結果と考察

(1) 林相

まず演習林設定後最初に作成された林相図と標準地調査結果を掲げることしよう。ここで目につくことは，多少の例外はあるが，針葉樹林のほとんどと蓄積の多い針広混交林の約半数が第

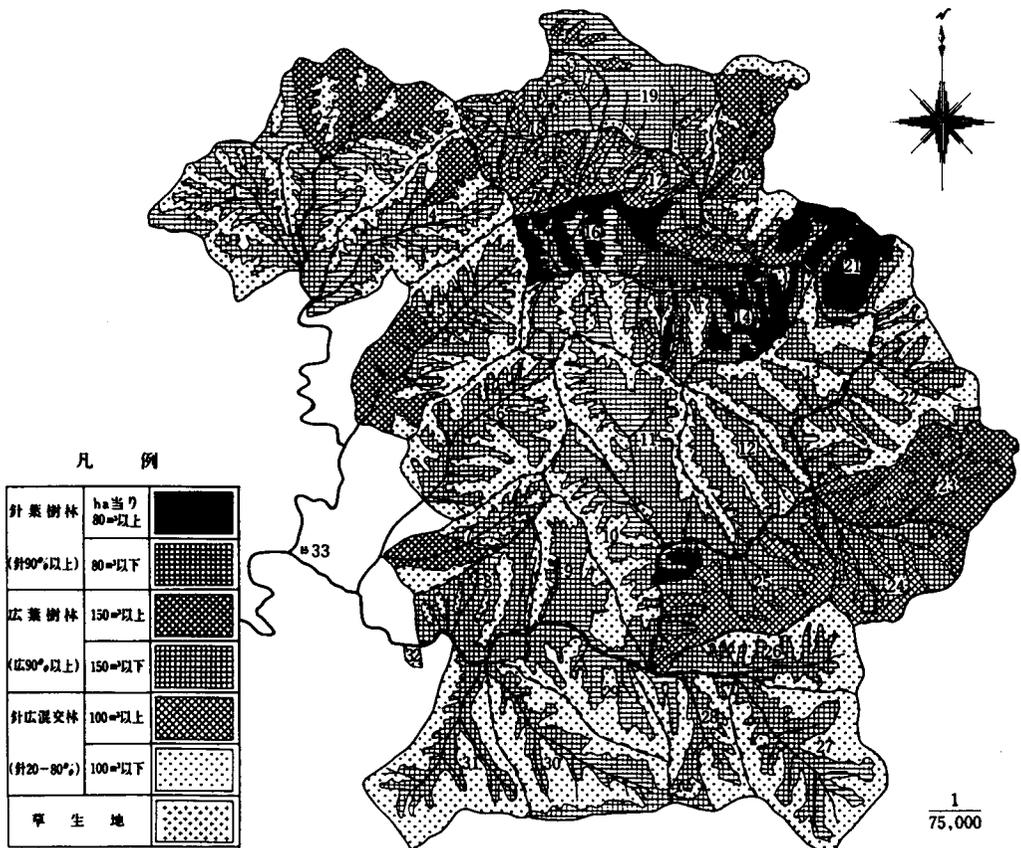


図-1 昭和5年当時の林相図
図中の数字は林班を示す

表一 標準地本数ならびに材積一覧表
haあたり

林相	林班	本数			材積(m ³)		
		針葉樹	広葉樹	合計	針葉樹	広葉樹	合計
針葉樹林	16	773	14	787	178.22	29.40	207.62
	16	590	—	590	125.89	—	125.89
	16	473	—	473	121.35	—	121.35
	14	424	—	424	105.15	—	105.15
針広混交林	30	356	522	878	39.87	91.51	131.38
	5	409	453	862	54.39	123.60	177.99
	14	253	101	354	73.12	205.68	278.80
	20	358	190	548	59.82	252.37	312.19
	17	174	82	256	37.58	213.33	250.91
	23	325	404	729	55.32	331.03	386.35
	23	294	358	652	45.14	280.27	325.41
28	252	770	1022	22.41	141.38	163.79	
広葉樹林	5	131	614	745	18.34	154.00	172.34
	17	109	215	324	22.43	273.99	296.42
	13	75	210	285	9.11	187.55	196.66
	5	36	344	380	3.91	179.57	183.48
	19a	5	171	176	0.22	157.34	157.56
	19b	—	496	496	—	262.85	262.85

の樹種がクリを除けば従来ほとんど斧鉞を蒙らざりに拘らず、独りスギのみは古くより選伐せられたので、村役場の調査によれば明治26年より大正4年までの間に多少のヒノキをも含めて丸太13万尺締(約47,000m³) 足らずのものが伐出されているのである。このようにスギを伐った跡には広葉樹が跋扈する。しかも、スギの成長に最適の土地であるから広葉樹の庇陰に圧伏せられても、スギの幼樹は漸次に抬頭し来たり終に広葉樹を征服して再び原始林相に復帰するが、其時再び斧鉞至ればスギは再び数十年又は数十年の雌伏を余儀なくされる。これが反復するに及んでは或は恐らく本邦に於て否地球上に於て終にスギの天然生の状況を見る能わざるに至ったであろう。幸いにして創痕未だ深からざるに演習林となったので、今や全山のスギの幼樹ここに旺盛なる生活力を充分に発揮し、多年跋扈に任せられたる広葉樹の下より光を求めて抽出し、競って急速なる上長成長を成し、もって全山を支配せんとする状況は誠に壯観を極むるものがある。」スギが伐採されてから日の浅いことを考えれば、針葉樹林の平均材積が低いことも容易にうなづけられよう。

さらに、広葉樹についてこの文書は「広葉樹は概していけば谷筋に多く、ほとんど純林をなし、尾根に至るに従い漸次スギを多く混ざるを常とする。本林は最高地点も1,000mを超えず最低地点は約300mであるから、垂直的に広葉樹の配列の変化を見ること著しからねど、しかも本谷上流及び櫃倉谷等の奥地にはブナ多くして往々純林を見るもシデは少なく、これに反し赤崎谷、蓬谷等口元附近にはシデ多くして間々其純林を見るもブナに乏しい。…」と述べ、演習林内の樹木の分布状態について現在と同じ考え方を早くからもってしていたことに驚かされる。

空中写真に基づいて作成されたのが別添の林相図であるが、撮影あるいは作製時と現在との時間的ずれはいかんともしがたく、当時の択伐あるいは径級伐採による伐採跡地がある程度の樹冠、樹高をもつ林分となっている、あるいはその後施業が行われた場所であるなど現況との違いが多多あることを充分理解した上で利用していただきたい。

(2) 林分構造

14~21林班と演習林の東北部、すなわち由良川の源流域に多く見られ、しかも尾根部に存在することである。混交林については第23~25林班にもかなりの広がりを見せている。広葉樹林は点在し、また沢部に多く見られるようである。これらの林相はこれまでの施業と決して無縁ではないであろう。

針葉樹林、針広混交林、広葉樹林の3林相に分けて行われた本数及び材積についての標準地調査結果は表一のとおりである。

針葉樹林の平均材積は140m³、針広混交林253m³、広葉樹林212m³となり、針葉樹林のそれが異常に低いのに驚かされる。当時の林況を示す文献¹⁰⁾によれば、この間の事情について次のように記している。多少長文になるが、再掲してみることにする。

「林況の大体を述べれば、まず注意を要するはスギと広葉樹との混交状態である。元来スギは水運に托するに便なるをもって、本林内の他の

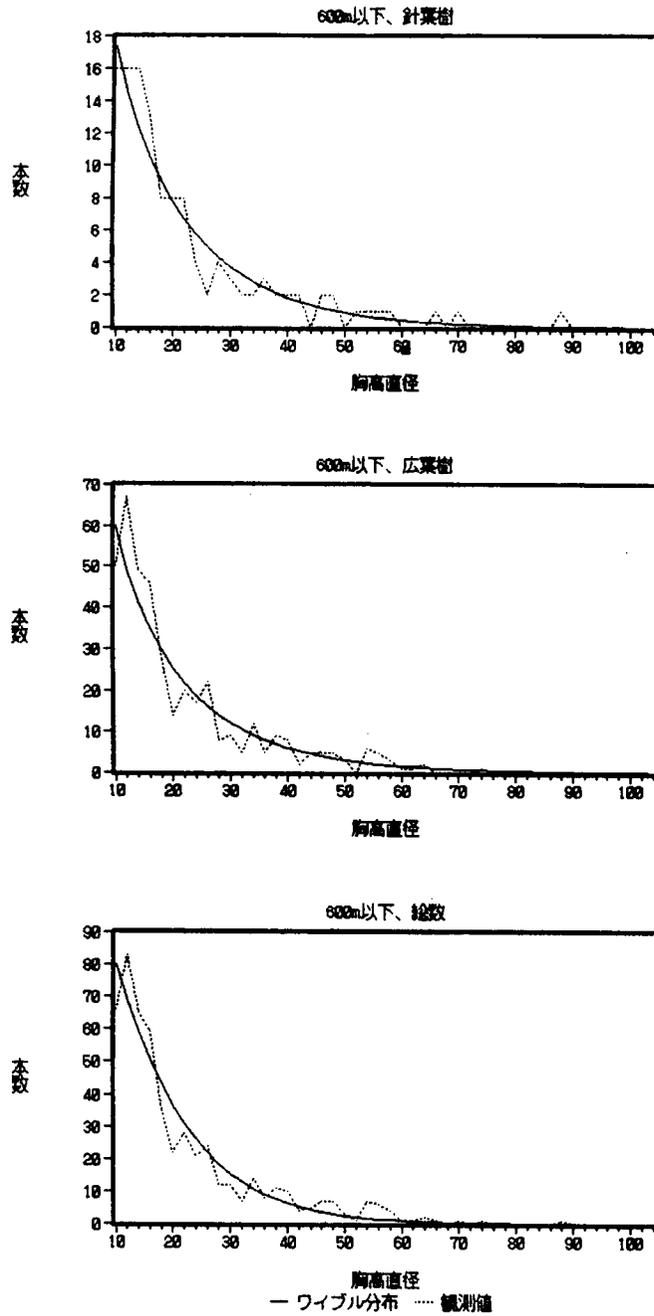


図-2 天然林の直径分布
(ワイブル分布 標高600m 以下)

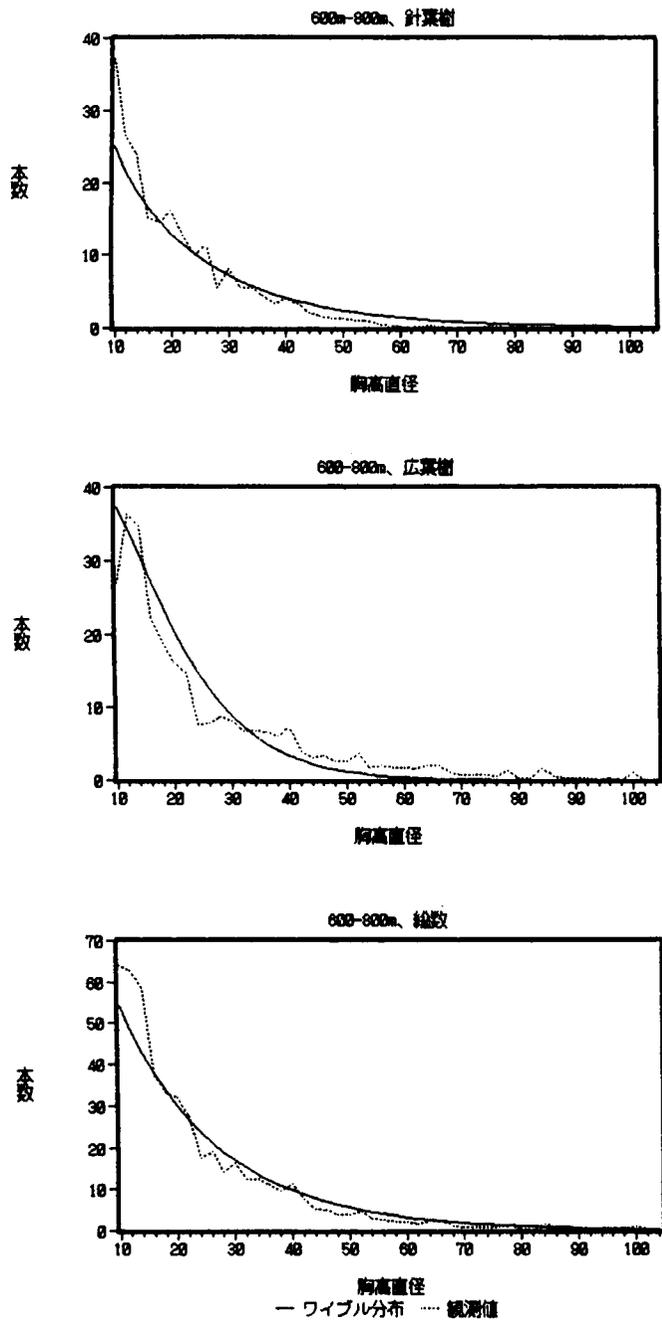


図-3 天然林の直径分布
(ワイブル分布 標高600~800m)

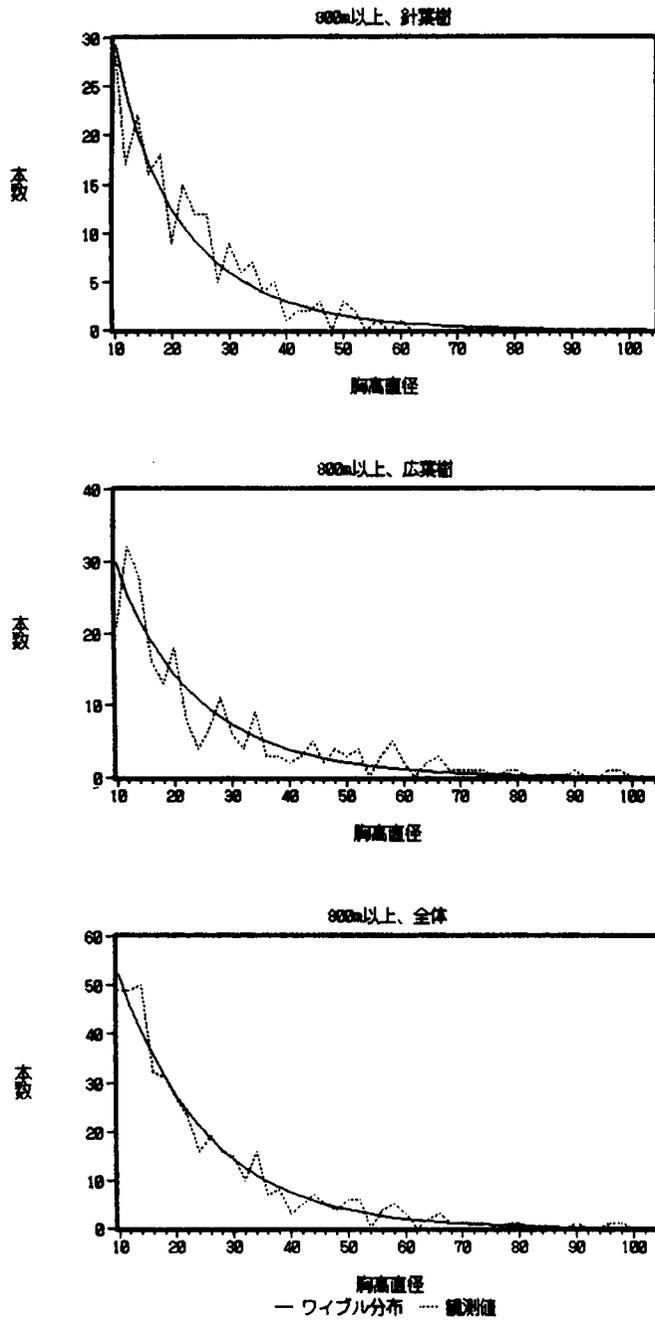


図-4 天然林の直径分布
(ワイブル分布 標高800m 以上)

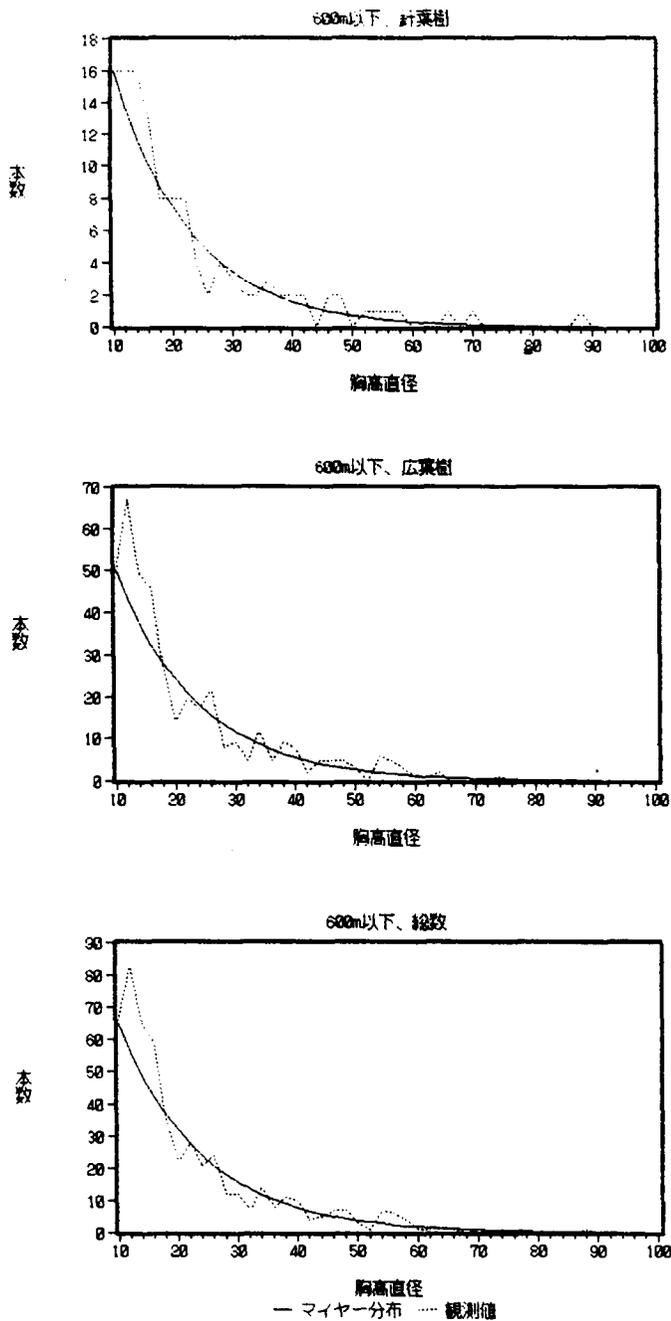


図-5 天然林の直径分布
(マイヤー分布 標高600m 以下)

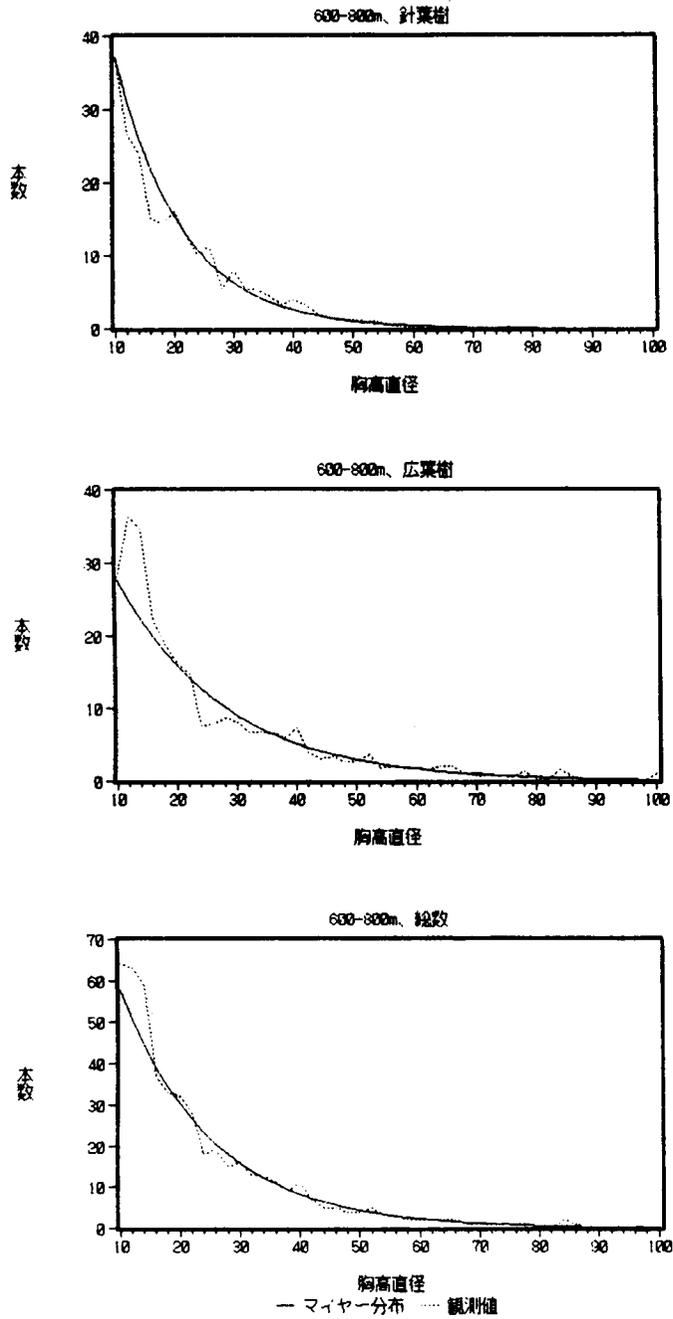


図-6 天然林の直径分布
(マイヤー分布 標高600~800m)

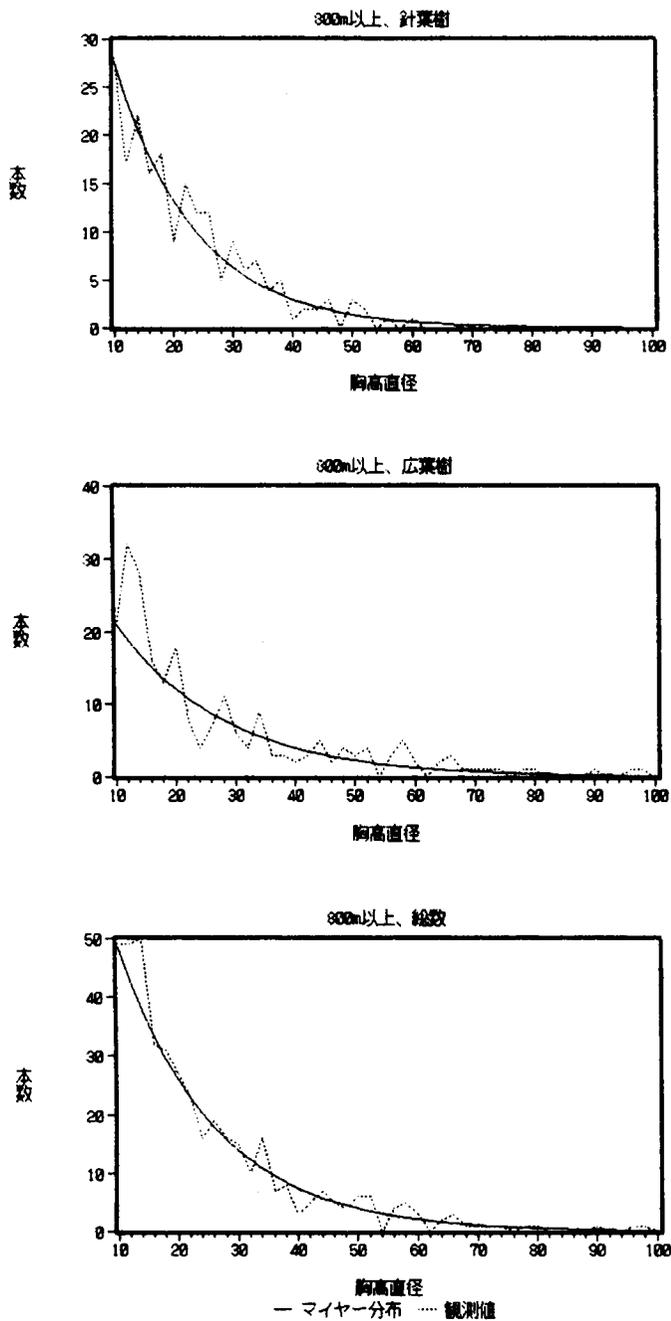


図-7 天然林の直径分布
(マイヤー分布 標高800m 以上)

一般に異齡林分の直径分布は逆J字型を示すことが知られており、また直径分布を統計的に分析する実験式が多く提案されていたが¹¹⁾、1970年代に入ってからワイブル分布が直径分布として有効であることが指摘され、多くの研究が報告されてきた¹²⁻¹⁷⁾。本報告では、ワイブル分布及びマイヤー分布によって芦生演習林における天然林の林分構造を論ずることとする。

Dを胸高直径、Nを本数とすれば

ワイブル分布

$$f(x) = (c/b)(x/b)^{c-1} \exp\{-(x/b)^c\}$$

ただし、 $x = D - a$, $x \geq 0$, $a \geq 0$, $b > 0$, $c > 0$

マイヤー分布

$$N = ae^{-bD}$$

芦生演習林は標高350~960mで約600mの標高差があり、350~600mまでの面積割合は20%、800m以上は16%で、600~800mは63%と特に多い⁹⁾といわれているが、ここでもこの区分に従った。なお、尾根の要素と沢の要素とは樹種、本数にも関係する重要な要素であるが、資料数の関係上この2つに分けること、及び樹種あるいは樹種群に細分することはせずに、針葉樹、広葉樹及び総数(合計)に大分けることとした。この結果、標高600m以下のプロットは10点、600~800m³38点、800m以上10点となり、いずれも1haあたりに換算して示した。

なお、立木本数についてみた場合、標高600m以下では総数で530本、600~800mでは498本、800m以上では430本となって場所的な、あるいは気候的な差があるように思われるが、資料数が少ないこともあって確かなことはいえない。

1) ワイブル分布

この分布においてa, b, cはそれぞれ位置、尺度、形のパラメーターである。aは最小直径限界とも呼ばれている。bは直径累積分布63%のときの直径で、平均直径と関連している。cは分布型を決定するもっとも重要なパラメーターである。c < 1のときこの分布型は逆J字型(L字型)分布、c = 1ではマイヤー型(指数型)、1 < c < 3.6では正の歪(左寄り)をもつ分布、c = 3.6では正規分布、c > 3.6では負の歪(右寄り)をもつ分布型となる。このようにひとつの確率密度関数で多くの分布型に対応できるため、直径分布の変化の検討や比較の際に有用であり、近年特に関心を集めているものである。

あてはめの結果得られた天然林のワイブル分布のパラメーターの特徴についてみてみよう。パラメーターaは直径10cm以上を対象にしたため、当然のことながらすべて10である。尺度のパラ

表-2 ワイブル・マイヤー分布へのあてはめ

標高 (m)	樹種群	ワイブル分布 パラメーター			マイヤー分布 回帰定数 係数		平均 直径 (cm)	本 数 (本)
		a	b	c	a	b		
<600	針葉樹	10	13.024	0.948	1.1674	-0.0431	13.34	122
	広葉樹	10	12.377	0.890	1.3985	-0.0297	13.10	408
	総数	10	12.507	0.900	1.5387	-0.0356	13.16	530
600	針葉樹	10	12.283	1.069	1.8616	-0.0803	11.97	216
	広葉樹	10	16.661	0.922	1.4781	-0.0418	17.30	282
	総数	10	14.473	0.929	1.8450	-0.0525	14.97	498
>800	針葉樹	10	13.690	1.199	1.6909	-0.0666	12.88	200
	広葉樹	10	17.464	0.975	1.3488	-0.0381	17.66	230
	総数	10	15.462	1.004	1.7988	-0.0506	15.44	430

メーター b と平均直径 \bar{d} との間には強い相関関係があるといわれており、事実計算によって次の関係式が得られた。

$$b = 0.921\bar{d} + 0.934 \quad (r = 0.968)$$

従って、林分の平均直径が増大するとパラメーター b の値もまた増加することが分かる。

分布の型を決定するパラメーター c の値から判断すると、標高600~800mと800m以上の針葉樹が正の歪をもつ分布、標高800m以上の総数がマイヤー型分布、その他はいずれも0.9前後で逆J字型の分布で、天然林の直径分布の典型を示していることになる。

2) マイヤー分布

原式の両辺の対数をとる

$$\log N = \log a - (b \log e) D$$

いま $\log N = Y$, $\log a = c$, $-b \log e = m$, $D = X$ とおくと、次の直線になる。

$$Y = c + mX$$

直径分布を特徴づける定数 a 及び b と直径分布との関係は次のとおりといわれている¹¹⁾。

① $m = -b \log e$ であるから b は回帰係数に関係し、直線の傾き、すなわち直径が大きくなるにつれて本数が減少する割合に関係する。 m すなわち b が大きいと本数減少の割合は大きくなる。小さいと漸減の傾向を示す。

② a は $c = \log a$ で表わされるので回帰定数と関係している。すなわち直線が Y 軸をきる点までの原点からの高さである。 a が大きいと林分の小径級の本数が多い密な林分を表わし、小さいと疎な林分を表わす。

③ b が大きいと本数が急激に減少し、小径木が相対的に多く、大径木が相対的に少ないことを示す。小径木が多いと、1ヘクタールあたりの相対密度は大きくなる傾向にあり、その逆も成立する。

表-2によって考察を加えてみることにする。標高のいかんにかかわらず、針葉樹の回帰係数は広葉樹のそれに比べて大きい値を示し、本数減少の割合は大きいといえる。しかしながら、これでも一般にいわれている値に比べるとかなり小さく、従って極めて徐々に減少していくといえよう。600m以下では、他の2つの標高とは反対に針葉樹の回帰定数が小さいが、全本数が少ないことにもよるものと思われる。いずれにしても、最小直径階10cmであるので確かなことはい

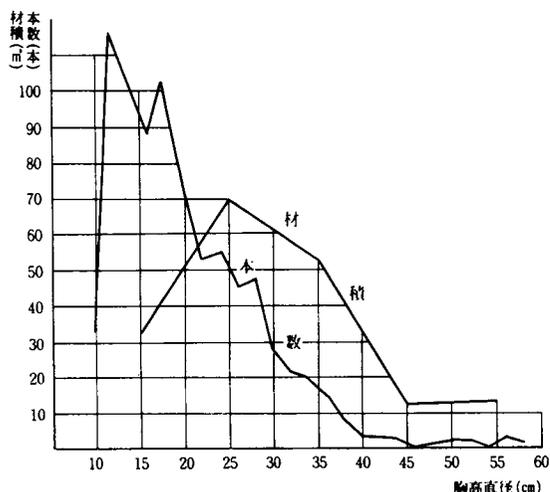


図-8 スギ純林の本数・材積分布
(第16林班、昭和5年調査)

えないが、これらのプロットは小径木の本数の少ない疎な林分を表わしている。

このようにワイブル、マイヤー2つの分布を組み合わせてあてはめることによって、直径分布の型、本数減少の割合、小径木の多少などを単独で用いるより明確に知ることができることが分かった。

昭和5年の調査によって描かれた、第16林班スギ純林の本数及び材積分配曲線が残されている¹⁰⁾。図から直径階別本数を読み取って2つの分布をあてはめてみよう。

ワイブル分布では、 $a=10$, $b=12.483$, $c=1.432$ であって典型的な正の歪をもつ分布ということになる。

マイヤー分布をあてはめてみると、

$$a = 2.6186 \quad b = -0.1019$$

第16林班の標高は630～850mであるので、標高別ランクでは第2のグループに属することになるが、この標準地の本数は792本で、昭和38年のプロットに比べると密度はかなり高い値を示している。このこともあって回帰定数も係数ともに大きい、平均直径は11.3cmであるので、小径木の多い天然林の調査結果を示しているといえよう。

天然林の直径分布、特に樹種別にこれを見ようとするときは、最小直径限界を下げることで、さらに出来るだけ大きな n とはいっても余り大きくしすぎると地形の影響が不明確になるが一標準地をとって調査する必要がある、目下この線に沿って作業を進めているので、次の機会に改めて報告することにしたい。また、天然林の動態特に進界成長、枯損等を考慮に入れた正確な把握についても考察を加えるつもりである。

引用文献

- 1) 和田茂彦：芦生演習林の林況について（Ⅰ）—設定前後— 京大演集報. 17. 125-146, 1987
- 2) WADA S., YOSHIMURA K., UEDA S. and KANZAKI K. : A SELECTION OF A SET OF VARIABLES TO IDENTIFY THE TYPE OF FOREST AS A PLACE OF WORKS — A STUDY BY FACTOR ANALYSIS — Mem. Coll. Agr. Kyoto Univ. 98. 1-60, 1970
- 3) 吉村健次郎：京都大学芦生演習林の森林植生に関する研究（Ⅰ）植生概況と樹種の分布相関について 日林誌. 47(9). 295-303, 1965
- 4) 吉村健次郎：京都大学芦生演習林における森林植生の植物群落の研究と種間の分布相関についての考察 京大演報. 37. 125-148, 1965
- 5) 岡本省吾：芦生演習林樹木誌 京大演報. 13. 1-112, 1941
- 6) 「天然林の生態」研究グループ：京都大学芦生演習林における植生について 京大演報. 43. 33-52, 1972
- 7) 福嶋義宏・小橋澄治・川村 誠・酒井徹朗・和田茂彦：芦生演習林の地形・植生情報のデータベース化 京大演報. 61. 110-115, 1989
- 8) 福嶋義宏・酒井徹朗・大島誠一・小橋澄治・神崎康一：芦生演習林における森林情報のデータベース化とその利用 京大演報. 62. 185-196, 1990
- 9) 安藤 信・川那辺三郎：冷温帯下部天然生林の更新技術 Ⅱ —天然生林の林分構造および蓄積の標高、地形の違いによる変化— 京大演報. 56. 67-80, 1984
- 10) 京都帝国大学農学部附属演習林：京都帝国大学 芦生演習林 1-42 1932
- 11) 西沢正久：森林測定法，地球出版。東京。pp 274-278, 1959
- 12) 西沢正久・木梨謙吉・柿原道喜・長 正道：林分シミュレーションに対する成長モデルの研究（Ⅲ）—ワイブルのパラメーターの推定による直径確率分布の予測— 日林論. 87. 87-88, 1976
- 13) 木梨謙吉：人工林の直径分布について（Ⅰ）—ワイブル分布のパラメーターと年齢— 日林論. 89. 59-60, 1978
- 14) 西沢正久・砂川秀昭・平田永二：亜熱帯地域における常緑広葉樹の直径分布について 日林論. 89. 61-62, 1978
- 15) 木梨謙吉：人工林の直径分布について（Ⅱ）—ワイブル分布のパラメーターと年齢・直径・本数との関係— 日林論. 90. 95-96, 1979
- 16) 柿原道喜：北海道東地方における広葉樹天然林の解析（Ⅳ）—ミズナラ天然林の直径

分布－ 日林論. **91**. 75-76, 1980

- 17) 和田茂彦・竹内典之・川村 誠・酒井徹朗：森林の動態に関する研究（Ⅲ）－北海道演習林の天然林について－ 京大演報. **62**. 96-107, 1990