

1 9 5 8 年 3 月

研 究 ノ ー ト No. 10

農林省林業試験場秋田支場

スギ人工林の構造と成長についての研究

第 1 報 秋田地方スギ人工林の構造と成長

寺崎 康正 ・ 小坂 淳一 ・ 湯沢 広 ・ 金 豊太郎

今後の育成林業においては人工造林地の取扱いが重要な命題となる。また林分の取扱い方と成立本数について種々論議せられている今日、昭和9年以来旧山林局で計画せられかつ当時の営林局の調査課、計画課などで調査せられ、林業試験場にひきつがれて現在迄調査研究が継続せられている収穫試験地の記録から、立木本数とそれに関係して変化する要素についての2, 3の事実を報告し、今後の立木本数論についての参考となれば幸いと思ひこゝに発表する次第である。

I. 林令と成立本数及び蓄積について

林令の高くなるに従い成立する林木が大きくなり、一定面積に成立し得る立木本数が減少することは当然なことであるが、その減少傾向は現実林分ではどのように変化するかを知るために、収穫試験地の資料から各林令に概当するha当り成立本数を見ると第1図の通りである。

このことから明らかなごとく同じ令級に属するものでもその本数に非常に大きなバラツキがあり、このことは地位、林相、手入などの差によるとはいえ林の構造と成育経過と成長量、更には間伐の方法程度など検討を要することが非常に多いのであるが、全部の資料を使用してこの林令と本数についての推定式を導くと、その関係は $N=3115e^{-0.025A}$ で表わすことができ、秋田地方におけるスギ人工林は、林令10年で2500本の成立本数をもち、30年で1500本、50年で900本程度の立木本数をもちうることを示している。

蓄積は成立本数によつて左右せられ、また地位による差もあり且つその林木

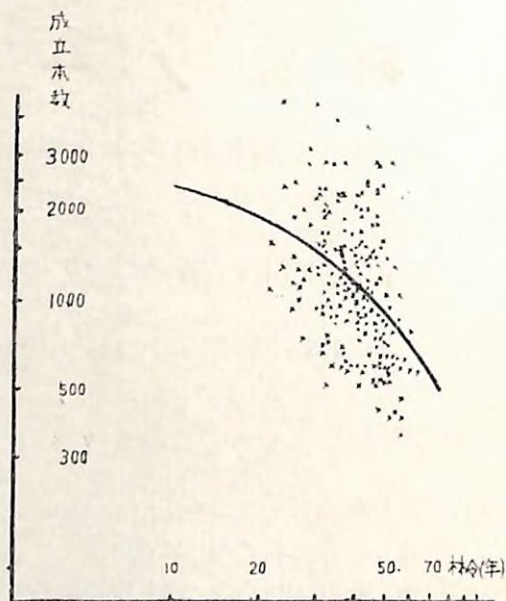
の大きさも異なるので、成立本数の大小が蓄積に及ぼす影響は大きい。林令と成立本数と蓄積の関係を考察するために、林令と蓄積の動きについて見ると、第2図の通りで林令対成立本数のときと同様に同一林令でも蓄積はその成立本数地位のよしあしによつてバラツキが大きい。

推定式は $V=0.2541A^{1.960}$ で表わすことができ、林令30年で $200m^3$ 、50年で $550m^3$ であつて高年次においてやゝ下まわつた数値を示している。この推定式については更に検討する必要がある。

秋田地方スギ林収穫表と収穫試験地とを比較すると林令30年まで収穫試験地においては成立本数、蓄積が収穫表より過少となつてゐる。幼令期の成長の比較のおそい当地方のスギ林の造成には林分を一日も早くウツ閉せしめるように、一定の蓄積を保つまで本数密度を増し、しかるのちに間伐を行う方がより有利で、間伐方針も従来のような林令による基準でなく、立木度又は立木状態の指針となるべき因子を見つけ出すべきであらうと思われる。

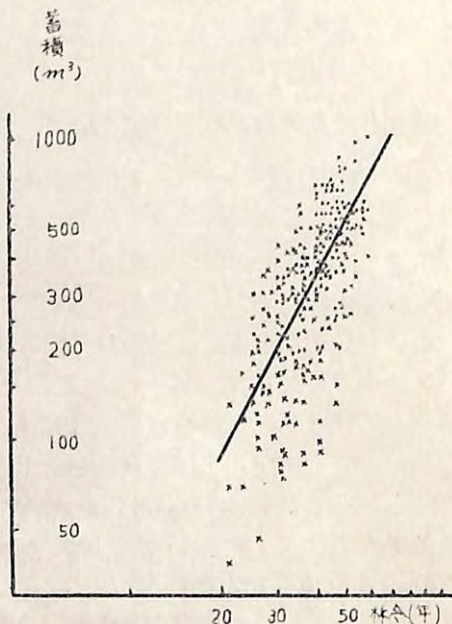
第1図 林令と成立本数

$$N=3115e^{-0.02173A}$$



第2図 林令と蓄積

$$V=0.2541A^{1.9603061}$$



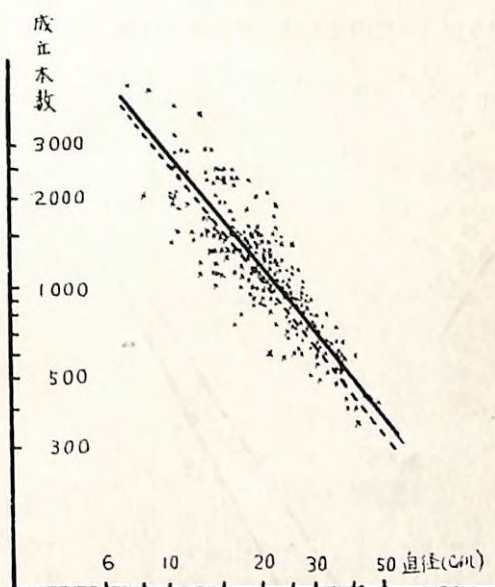
Ⅱ. 立木密度と平均直径、平均樹高について

林分の構造と成長状況から単位面積における生産量を考えると、立木密度が大きな関係をもっていることはいうまでもない。この立木密度によつて単木の型態、即ち平均胸高直径、平均樹高がどのような関係にあるかをみると、成立本数と林分平均胸高直径との関係式は $N=53862D^{-1.272}$ で表わすことができ第3図に示すような傾向を呈する。平均直径10cmで本数2,900本、20cmで1200本、40cmで500本の如き関係で、当地方のスギ林収穫表との関係をみると収穫表での数値は第3図中の点線で標示の通りで、収穫試験地のものより平均直径に対する立木本数が少く、収穫表の立木本数を多くしても平均直径は減少するとは思われない。

地位の判定に使用せられてゐる平均樹高と成立本数との関係についてみると第4図の通りでその関係は $N=23525H^{-1.128}$ で表わされ、樹高5mで本数3800本、10mで1700本、20mで800本、30mで500本であつて点線で図示してある秋田地方スギ林収穫表より

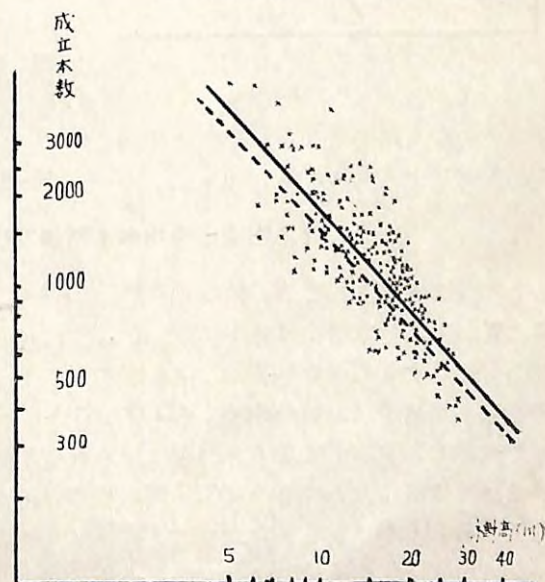
第3図 直径と成立本数

$$N=53862D^{-1.2721838}$$



第4図 樹高と成立本数

$$N=23525H^{-1.1275261}$$

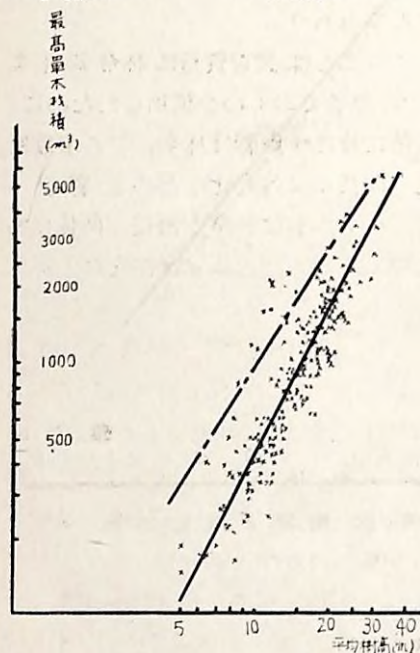


は多くの成立本数をもっている。

平均直径及び平均樹高と本数の回帰係数は大体同一の数値で、成立本数に對

第5図 平均樹高と林分最高単木材積

樹高階別最大単材 $V=0.027H^{1.5194}$ 樹高階別単材 $V=0.008H^{1.9899}$



する平均型態の変化と林分型態指数は同様と考えられ、従来は樹高によつて地位の判定、生産量の評価を標示しておつたが、成立本数についてみるときは測定精度の高いまた作業能率の良い平均直径におきかえても林分を取扱う上においては、大きな影響を及ぼさないと考えられる。

平均樹高によつて地位が決められるということから、更には間伐の指針としての尺度を平均樹高がもつという観点から、林分における平均樹高とその林分の最大単木材積との関係についてみると第5図に示す通りで、調査地217個所についての平均樹高と最大単木材積の間には $V=0.008H^{1.981}$ の関係式が成立し又各樹高階別の上限の最大単木材積については第5図中の破線で示したように $V=0.027H^{1.519}$ で表わすことができ、やり方によつては将来はこの成長線まで、それぞれの樹高に応じた単木材積の増加が期待せられるものと考えてもよさそうに思える。

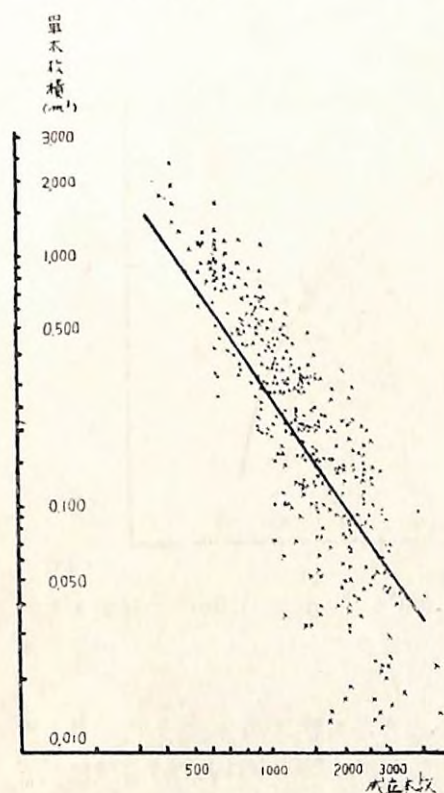
Ⅲ. 立木密度と平均単木材積及び蓄積について

生産量は成立本数と強く結び合うことが容易に察せられるが、その本数の増減に従い平均単木材積はいかに変化し、また林分全体の蓄積にはどのような影響をもたらすものかをみると、第6図に示すように本数400本より2000本位まで徐々に減少し、その傾向は $V=7770N^{-1.481}$ で表わすことができるが、2000本乃至3000本以上になると急激に単木材積が減少していることが伺われる。

また総蓄積についてみると第7図の如きでバラツキは非常に大きい。これは地位区分、令級区分をしなかつたのにも大きな原因があるが、全般的傾向は $V=2669e^{-0.00156N}$ の関係がなり立ち、各本数に対する最高の蓄積をみると、これ

第6図 成立本数と 単木材積

$$V=7770N^{-1.4811}$$



までの資料では本数2000本までは蓄積700m³を示す一定限界線を構成し、それ以上の成立本数では蓄積が減少するのではないと思われるが、資料も60年位までであり将来の研究を要するであろう。

このことは調査資料は林令20年より60年までのものを使用したために、蓄積に及ぼす影響は林令による本数変化、間伐による変化などの影響を受け、成立本数は林令と密接な関係にあるのでこのような成長経路をたどるものと思われる。

更にこの関係図より林令30年生のものについて、地位別に区分してみると(第7図中の(⊗)地位上、●地位中、⊙地位下)同一林令、同一地位においては立木本数の多いほど蓄積が必ずしも増加しているとはいわれない、地位中では本数700本から2300本まで、又地位下では1000本から2500本までは蓄積はほとんど変りなく、一定限界内では本数が多くとも、又少くともそ

の蓄積はほぼ一定である傾向があらわれている。

地位下林分では3000本台より減少の傾向を呈しており、本数の多いほど単木型態の低下をきたしている。この30年生林はほとんどが無間伐林であつて、一定の蓄積を保つにはある程度の成立本数幅があるので、最大蓄積をもつ最低本数を考えて単木価値の増加をはかるならば、積極的な間伐などの施業により個々の樹木の成長を促進すべきであるといえよう。

Ⅳ. 要 約

林分の立木本数論上より秋田地方スギ人工林の実態を分析すると、同一令級に属する立木本数のバラツキが大きく、これは地位のよしあしによつてその立木度が異なるためで、地位の悪い所ほど立木本数が多く、また令級別蓄積も本

数の影響によつて変化が大きい。

平均樹高、平均直径についてみると立木本数の増加に従つて樹高、直径とも同じような減少傾向を呈している。秋田地方スギ林収穫表よりは多くの本数をもっているが、単木に及ぼす影響は明らかでなく、むしろ収穫表の数値をいくらか増加してもよいと思う。

林分の地位、或いは間伐指針ともなるべき平均樹高を基準として最高平均単木材積についてみる

と、樹高 10m で材積 1.0m³、20m で 1.6m³、30m で 4.0m³ の材積をもち将来は保育の合理化によつて単木成長をこの線まで上昇させることが可能であろうと思われる。

成立本数と単木材積、総蓄積についてみると、本数 2000 本位までは単木材積が徐々に減少し収穫表との値とほぼ似ているが、2000 本以上では急激に低下する。更に総蓄積についてみると全般的傾向は本数 2000 本未満は蓄積 700m³ 台までは期待できるが、それ以上増加すれば林分蓄積が低下しそうである。

この関係を明らかにするために林令別、地位別に区分して考察すると、同一林令、同一地位では本数が増加しても蓄積の増加はそれほど望めず、本数に関係なく同一の蓄積を保持している。このことより積極的な間伐などにより最大蓄積をもつ最低本数を推持し、単木の増大と単木の経済的価値の上昇をはかるべきであると思う。

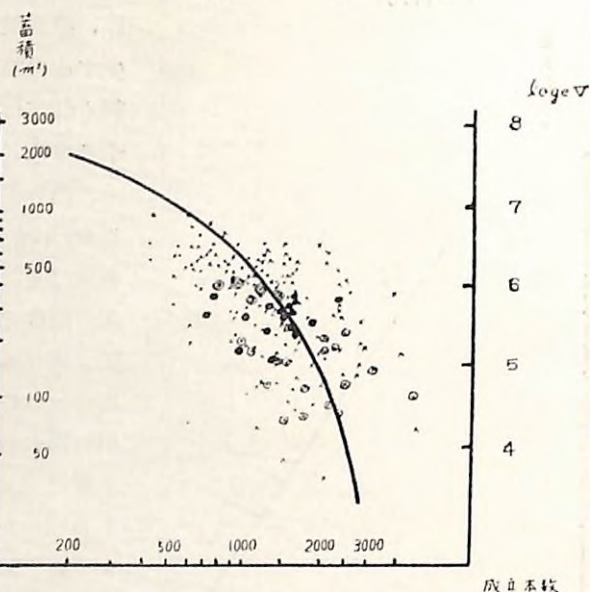
第 2 報 糠沢人工林試験地における成長経過の分析

I. ま え が き

秋田地方スギ人工林において優良な成育を示す糠沢試験地の林分構造の二・三の点について分析を行つたが、これらの結果から林分の構造と成長収穫につ

第 7 図 成立本数と蓄積

$$V = 2669e^{-0.00156N}$$



いての特性を知り、林分取扱いの基準を得られれば甚だ幸いである。

林分構造の分析に必要な種々の要因の中から、こゝ糠沢試験地においては特に林令の推移にともなう直径成長量について明らかにし、それが林分構造との関係について考察する。なお種々の林分測定要素の総合的な分析については後日の機をみて明らかにし、諸賢の御批判を仰ぎたいと思う。また試験地調査にあたり早口営林署経営課諸氏の甚大な御協力をいただいたことに深く感謝を表したい。

II. 試験地の概要

糠沢スギ人工林試験地は秋田営林局早口営林署管内早口経営区 108 林班は₃、は₂、は₁ 小班内に昭和 11 年、林分成績の相対的關係より、優良、中庸、貧

第 1 表 試験地一覧表

区 分	経営区	林小班	面積 ha	平均傾斜	斜面方向	地位別	土壌型
優良林分	早口	108 は ₃	0.2000	5°	E・S・E	収穫表上	BD
中庸林分	"	108 は ₂	0.2116	10°	S・E	上	BD
貧弱林分	"	108 は ₁	0.1930	25°	E	下	BD dry

弱林分の 3 標準地を設定し、設定当初より現在まで昭和 11、16、26、31 年の四回にわたる定期調査を行い、その間、設定当初に優良、中庸林分について、また昭和 31 年の調査時には各林分について間伐を行つている。

なお林分構造についての数値は第 2 表の通りである。なお各林分の地位別による秋田地方スギ林林分収穫表、および現実林収穫予想表とを対比した場合、収穫表にて優良 1.2 倍、中庸 1.1 倍、貧弱 1.3 倍の蓄積を示し、予想表においては優良 2.3 倍、中庸 2.0 倍、貧弱 2.6 倍の顕著な蓄積成長を示している。

III. 林分構造の分析および考察

i 直径階別本数分布

直径階別本数分配が正規分布をなすものであるかについては、分布曲線が平均値を中心とする度数分布の非対称の方向、およびその程度を示す特性値として歪度 K また本数分布の最頻数 (modo) を中心とする尖り方の程度を示す特

第2表 林分構造一覽表

		昭和11年(27)		昭16(32)	昭26	昭31(林令47)	
		間伐前	間伐後	(林令32)	(林令42)	間伐前	間伐後
優良林分	ha当蓄積(m ³)	355	275	422	710	872	785
	収穫表上	288 (122)	—	376 (176)	556 (317)	640 (382)	—
	ha当り本数	1,200	760	760	750	745	605
	平均直径	20.97	23.33	26.71	31.79	34.19	36.03
	平均樹高	15.77	16.45	19.80	23.81	25.41	26.17
	連年成長量	—	—	147,505	290,600	162,910	—
	連年平均成長量	—	—	29,501	29,060	32,582	—
中庸林分	ha当蓄積	314	240	369	625	803	685
	収穫表上	288 122	—	376 176	556 317	640 382	—
	ha当り本数	1,531	1,021	1,016	955	922	624
	平均直径	18.17	19.38	22.20	26.67	29.15	33.05
	平均樹高	14.39	14.75	17.46	21.52	24.85	26.21
	連年成長量	—	—	129,297	267,273	182,240	—
	連年平均成長量	—	—	25,859	26,727	36,448	—
貧弱林分	ha当り蓄積	144	—	219	350	498	453
	収穫表下	119 (54)	—	160 (86)	238 (135)	273 (159)	—
	ha当り本数	2,088	2,088	2,057	1,580	1,544	1,228
	平均直径	12.11	—	14.36	18.64	20.01	21.47
	平均樹高	9.62	—	10.79	13.28	16.99	17.98
	連年成長量	—	—	76,275	156,741	149,461	—
	連年平均成長量	—	—	15,255	15,674	29,892	—
	成長率	—	—	8.42	5.77	7.06	—

() の数値は秋田営林局計画課調製 現実林収穫予想表

性値として尖度 β^2 を算出して、これらを正規性の5%—検定にて分布曲線の性質を検討した。歪度 K , 尖度 β_2 、5%—検定における数値は第3表の通りである。

第3表 直径階本数分布における正規性の歪度 K および尖度 β_2 の5%—検定

調査年(林令)		昭 11 (27)		昭16(32)	昭26(42)	昭 31 (47)	
		間伐前	間伐後			間伐前	間伐後
優良	K	0.102*	0.171*	—0.067*	—0.233*	—0.176*	—0.228*
	β_2	2.805*	2.995*	3.054*	3.179*	3.044*	3.595*
中庸	K	0.447	0.205*	—0.105*	—0.150*	—0.157*	—0.135*
	β_2	2.930*	2.888*	2.538*	2.622*	2.553*	2.990*
貧弱	K	0.696	—	0.495	0.160*	0.095*	—0.073*
	β_2	2.724*	—	2.424	2.301	2.180	2.331

これによれば林令の推移にともなう直径階別本数分布曲線は、優良林分は5%—検定において正規分布をなすが、数値的には林令27年において左傾、鋭峯であり、林令32年後において対称、中峯を示し、林令42、47年においてその傾向は漸次右傾、鈍峯へと変化している。

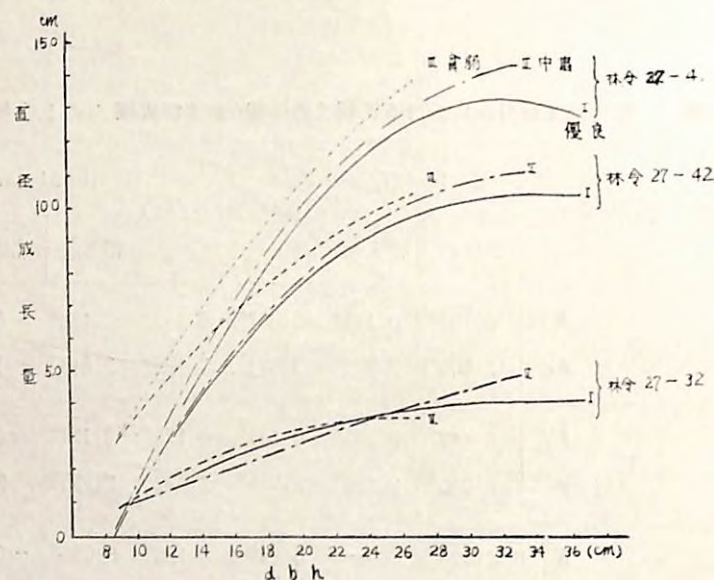
中庸林分の歪度 K は優良林分とほぼ、その傾向を同じくし、尖度においては中尖の尖り方に近づきつつある。

貧弱林分では径級の細い樹木が多く占める関係から、正規分布を示すことなく、極端な左傾から対称へと変化し、鋭峯を呈している。

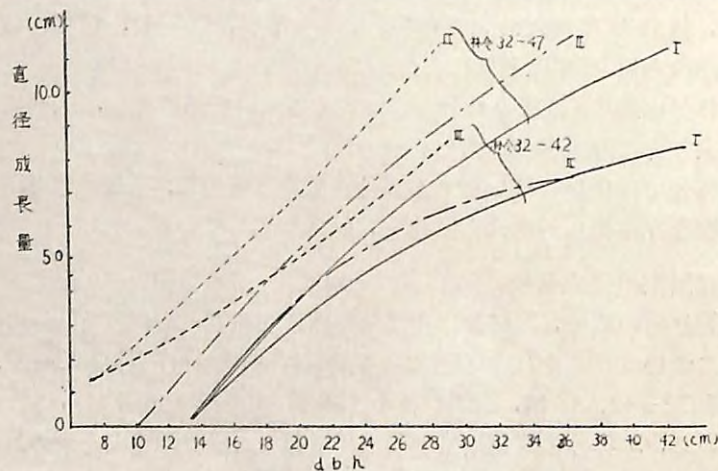
ii 直径階別直径成長量

統計的分析の結果、3林分は相異なる林分であり、それらの林分の直径階別成長量について明らかにするために各成長期間、即ち、林令27—32、42、47年、林令32—42、47年、および林令42—47年の20ヶ年間にわたる直径成長量について、3林分の直径階別平均直径成長量の成長推定式を求めたのが次に示す推定式であり、またそれを図示したのが第1図の1、2、3である。

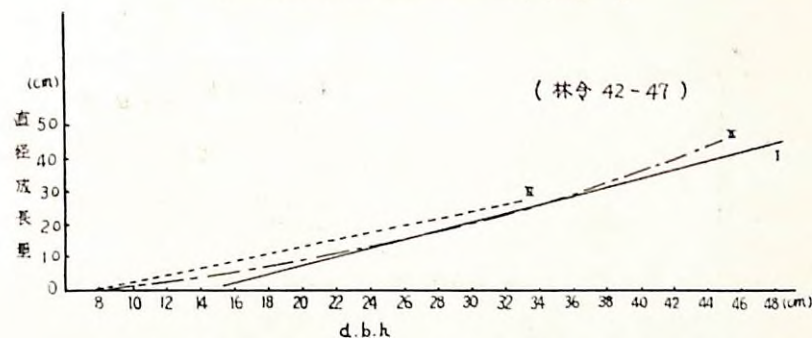
第1図の1直径階別直径成長量推定曲線



第1図の2



第1図の3



- 林令 27~32 年の平均直径成長量において 4cm の成長を示す直径階は優良 28cm, 中庸 26cm, 貧弱 22cm の径級において見い出される。
 - 林令 27~42 年の 15 ヶ年間に於いては, 3 林分とも最大直径成長量 10cm を示し, 直径階にて優良 28cm, 中庸 32cm の径級にあたり, それ以上の径級において直径成長量は減少する傾向を示す。また貧弱林分は 8~24cm の径級範囲内において良好な成長量を示している。
 - 林令 27~47 年の 20 年間に於いては, 直径成長量 13~14cm で最大を示し, 径級において優良 32cm を頂点に成長は下降を呈し, 中庸林分においても 32cm の径級範囲内から推定すれば, それ以上の径級にて減少する傾向にある。
 - これらのことから, 林令 27 年を基準にして過去 20 ヶ年の成長量を考察した場合, 最大直径成長量を示す径級は 26~32cm に見い出された。
 - 林令 32~42 年に於いては 7cm の直径成長量で優良 38cm, 中庸 32cm の径級にその最大が見い出され, 径級の大きいものほど良好な成長を示している。
 - 林令 32~47 年の 15 ヶ年間に於いては, 3 林分とも径級の範囲内において, それぞれ径級の大きなものほど良い成長を示している。
 - 林令 32 年から 15 ヶ年間に於いては径級 32~38cm にその最大成長量がみられる。
 - 林令 42~47 年の最近 5 ヶ年の直径成長量は優良, 中庸 4cm, 貧弱 3cm を示し, 直径階に比例的な成長経過を示している。
- iii. 林分の変異係数

面積の同じ林分について, 各林令毎の直径平均値からのちらばりをあらわす変異係数が, 林分の構造によって種々変化すると思われるところから, この林

第4表 林令別平均直径・標準偏差・変異係数一覧表

林令		優良林分			中庸林分			貧弱林分		
		MD	σ	C.V	MD	σ	C.V	MD	σ	C.V
27	間伐前	21.0	6.01	28.67	18.17	4.99	27.45	12.11	3.67	30.26
	間伐後	23.3	5.46	23.41	19.38	5.11	26.35	—	—	—
32		26.7	6.09	22.80	22.20	6.12	27.55	14.36	4.53	31.51
42		31.8	7.75	24.39	26.67	7.99	29.94	18.62	6.28	33.75
47	間伐前	34.2	8.51	24.90	29.15	8.94	30.68	20.01	6.98	34.91
	間伐後	36.0	7.85	21.77	33.05	7.04	21.32	21.48	6.63	30.89

分変異係数について検討した。

林分変異係数については第4表の通りであるが優良林分 22~29%, 中庸 21~31%, 貧弱林分 30~35% の変異係数範囲をもっている。一般に人工林のよく揃っている林分の変異係数は低い数値を示すという結果から検討すれば、当林分の林分構造からも知られるように、各林分とも極めて蓄積量の大きい林分であること、林分密度と直径成長量とが高い相関をもっていることから明らかである。

iv. 直径階別直径成長量の変異係数の関係

直径階別にその傾向を知るために各直径階の直径成長量の変異係数を計算し各林分毎の直径階と、その成長量の変異係数との間の関係を回帰式

$$C.V = ae^{bD}$$

によって示した。

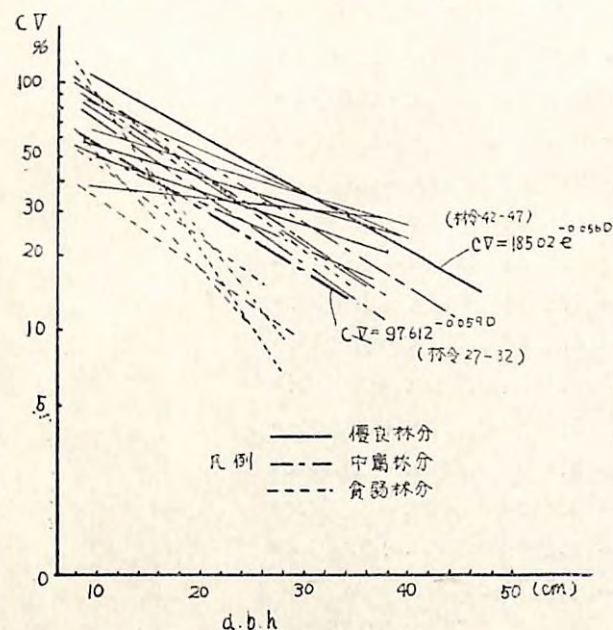
これによると優良・中庸の良好な林分はほぼ同一傾向、即ち優良林分の林令 42~47 年の回帰式 $C.V = 185.02e^{-0.056D}$ を上限とするものと、中庸林分 27~32 年の $C.V = 97.612e^{-0.059D}$ を下限する範囲に優良・中庸林分の回帰式のほとんどが含まれることが分り、貧弱林分にあつてはその傾向を非常に異にする。

これは係数 a 即ち林令 27~47 年、32~42 年および 32~47 年の回帰式の示す係数 -0.110D、-0.126D および -0.143D の数値が影響しているように思われる。

第5表 成長期間別直径成長量の変異係数回帰式

成長期間	優良林分	中庸林分	貧弱林分
27 ~ 32年	$41,201e^{-0.0011D}$	$97,612e^{-0.0591D}$	$66,085e^{-0.0664D}$
27 ~ 42	$69,01e^{-0.0325D}$	$133,66e^{-0.0675D}$	$86,797e^{-0.0666D}$
27 ~ 47	$72,461e^{-0.0294D}$	$75,77e^{-0.0435D}$	$152,24e^{-0.1104D}$
32 ~ 42	$113,32e^{-0.0413D}$	$159,96e^{-0.0664D}$	$295,87e^{-0.1260D}$
32 ~ 47	$83,638e^{-0.0295D}$	$148,05e^{-0.0643D}$	$364,27e^{-0.1425D}$
42 ~ 47	$185,02e^{-0.0557D}$	$161,59e^{-0.0609D}$	$187,03e^{-0.0738D}$

等2図 直径階別直径成長量変異係数



IV. 摘要

1. 林分構造における蓄積について、各林分の地位別による秋田地方スギ林分収穫表および現実林収穫予想表とを対比したがいずれもこれらの収穫表を著しい差で上廻っている。
2. 直径階別本数分布についてその分布曲線の性質を検討したが、それによれば林令の推移にともなつて左傾の分布から右傾へまた、直径階の分布範囲は小から大きい範囲に変化する

ことがわかる。

3. 直径階成長量において最大直径成長量を示す径級は優良、中庸林分では林令 27 年を基準にした場合 26~32cm、林令 32 年の場合 32~38cm の径級範囲であつた。

貧弱林分は直径範囲がせまく、林分密度が大であるにもかかわらず良い成長を示している。

4. 林分の変異係数は3林分とも20~35%の範囲であり、林分構造において極めてよく揃った林分であるといえる。
5. 直径階別直径成長量の変異係数を回帰式 $C.V = ae^{bD}$ で示し、検討した結果、細い径級において直径成長量の変化の著しいことが知れた。

参 考 文 献

- 1) 寺崎康正：秋田スギ林ノート 秋田営林局蒼林 1954 (2-10)
- 2) 木梨謙吉：推計学を基とした測樹学 1954

林令別直径成長量推定式

但し、 Y_i = 直径成長量、 x = 直径

27-32 (優良)	$Y I = -2.336 + 0.394x - 0.006x^2$
	(中庸) $Y II = -0.952 + 0.206x - 0.001x^2$
	(貧弱) $Y III = -1.859 + 0.465x - 0.010x^2$
27-42	$Y I = -9.100 + 1.200x - 0.018x^2$
	$Y II = -8.875 + 1.181x - 0.081x^2$
	$Y III = -2.498 + 0.842x - 0.013x^2$
27-47	$Y I = -13.432 + 1.668x - 0.026x^2$
	$Y II = -10.849 + 1.450x - 0.021x^2$
	$Y III = -3.450 + 1.012x - 0.013x^2$
32-42	$Y I = -6.425 + 0.591x - 0.006x^2$
	$Y II = -9.445 + 0.890x - 0.012x^2$
	$Y III = 0.284 + 0.131x + 0.005x^2$
32-47	$Y I = -8.690 + 0.756x - 0.005x^2$
	$Y II = -5.423 + 0.603x - 0.004x^2$
	$Y III = -1.287 + 0.345x + 0.003x^2$
42-47	$Y I = -1.647 - 0.125x$
	$Y II = -0.190 - 0.015x + 0.002x^2$
	$Y III = -0.794 + 0.106x$