

スギ人工林を構成する個体の成長解析及び林分の現況に関する研究

長野県木曽青峰高等学校 森林環境科 3年 ○佐々木 隼^{ささき はやと}
3年 ○梅本 倫仁^{うめもと ともしと}

要旨

本校演習林は1林班から8林班まであります。昨年、FFJ 検定上級のレポートとして7林班の木曽ヒノキ人工林を構成する個体の成長解析（樹幹解析）の研究を行いました。比較的に保育管理が行われているヒノキの成長過程は明らかにすることができました。しかし、1林班、2林班、3林班、8林班のように実習では保育管理の手が行き届かない林班の植生や、他樹種の成長過程に興味を持ちました。本研究では保育管理があまり行われていない2林班でスギの成長解析を行い検討しました。その結果、2林班の保育管理はここ数十年行われていないことから、植栽時にあまり植栽しなかったことが明らかとなりました。また、スギ以外の樹種も確認されましたが、すぐ下は林道がある為、広葉樹で崩壊を防ぐ目的で植栽されたと推察しました。

はじめに

森林を成立させるうえで、とくに人工林では保育作業が重要となります。森林保育として、下刈り、除伐、つる切り、枝打ち、間伐を行うが過去の記録がない場合、樹木の成長過程の推定、すなわち過去の成長過程を明らかにすることは将来の成長予測に役立ちます。

単木のいくつかの位置の横断面の円板を採取し、その円板の年輪を詳細に調べ、成長過程を明らかにするのが樹幹解析であり今後の保育管理においても重要な参考資料となります。

1 調査地の概要

長野県福島県有林（木曽青峰高校演習林）は北緯 35 度 57 分、東経 137 度 42 分、標高 780m から 1180m の 66ha で地質は砂岩や粘板岩の古生層からなり、ほとんどが北向きの急傾斜地です。現在、演習林の経営は 8 つの林班に分けられており、1 から 7 林班は裏山演習林、8 林班は大平山と呼ばれています。裏山演習林は標高 740m から 1100m で、北東の急斜面、安山岩を基岩とした礫の多い土壌で、大半は褐色森林土であるが一部尾根筋に乾性ポトゾル土が見られます。年間降水量は 2700mm と多く、年平均気温は -1°C ~ 22°C と冷温帯気候となっています。



第1図 長野県福島県有林の地形図

現在歩道としての作業道はきわめて細かく配置されていますが、機械が搬入できる林道は7林班から3林班までとなっています。（第1図）

2 調査方法

（調査1） 地況と林分概要及び直径階級・樹高階級の分布（スギ人工林）

調査は2019年6月14日に長野県福島県有林2林班ろー10内のスギ（‘*Cryptomeria japonica*’）人工林内で行いました。斜面方位は北東でした。プロットサンプリング法（10m×10m）を用いて毎木調査

を行い、土壌群・樹種・林齢・平均胸高直径・平均樹高・階層・密度・幹材積・収量比数・地位級・相対優先度について調査を行いました。

（調査２） スギの成長過程の推定及び水分値の測定

プロットサンプリングを行った林分からスギを調査木として樹幹解析を行い、成長過程を明らかにしました。伐倒後直ちに、水分量の測定も行いました。

（調査３） 調査木の葉緑素の測定及び林内外の照度の違い

円板採取位置の葉緑素を SPAD-502Plus を用いて計測し、調査木に対する受光量を推定しました。同時に、林内外及び調査木根元の照度を照度計で計測し、相対照度を調査しました。

３ 結果

（調査１） 地況と林分概要及び直径階級・樹高階級の分布（スギ人工林）

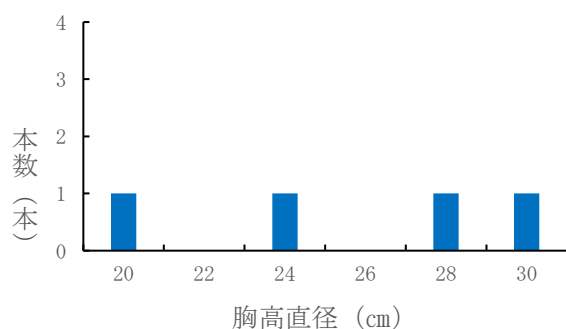
調査地は標高 855m で斜面方位は NE で、プロット内の樹種はスギ、ケヤキ、クルミの 3 種類でした。土壌群は森林簿から褐色森林土（B）を示しました。スギの林齢は 67 年生で地位級はⅢで樹高 21.75m、胸高直径 25.5m、階層は高木層でした。スギ、ケヤキ、クルミを含めた ha あたりの幹材積は 659m³ で収量比数（Ry）は 0.54 を示したため、疎仕立てで管理されていると考えられます。スギで見たときの相対優占度は 0.67、ケヤキ、クルミの広葉樹はともに 0.17 でした。（第 1 表）樹高階級の分布を見てみると林齢 67 年生の地位級Ⅲの平均樹高よりも若干劣り、正規分布ではなく、ピラミッド状は示しませんでした。直径階級の分布も同様にピラミッド状の分布は示さず、比例しませんでした。そのため、樹高、直径ともに小さな値を示しました。（第 2 図）（第 3 図）広葉樹のケヤキ、クルミは 100 m² で 2 本の確認であったため、樹高、直径階級の分布は正規分布では当然なくピラミッド状は示しませんでした。

（第 4 図）（第 5 図）

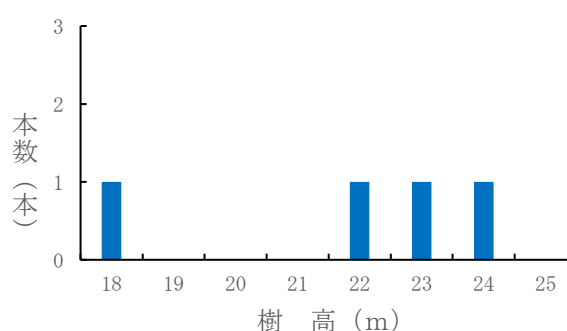
第 1 表 長野県福島県有林 2 林班の地況と林分概要（スギ人工林）

林小班	標高 (m)	方位	土壌群	樹種	林齢 (年)	平均胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	階層	密度 (本/ha)	幹材積 (m ³ /ha)	収量比数 (Ry)	地位級	相 対 優 占 度
ろー10	855	NE	B	スギ	67	25.5	21.75						0.67
				ケヤキ		60	25.00	高木層	600	659	0.54	Ⅲ	0.17
				クルミ		40	27.00						0.17

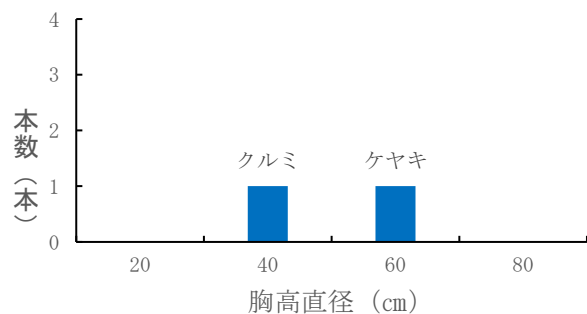
※ 収量比数、地位級は長野県民有林スギ人工林林分材積表・収穫予想表(1974)による。
土壌群 B は褐色森林土を示す。
収量比数（Ry）はスギのみを示す。



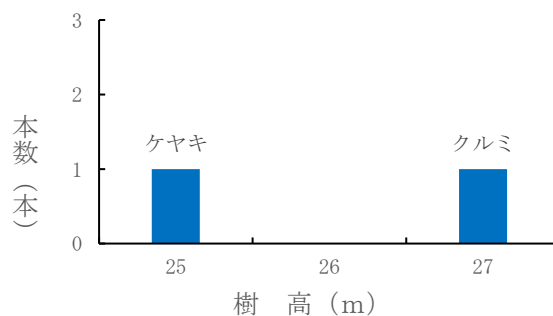
第 2 図 スギの直径階級の分布



第 3 図 スギの樹高階級の分布



第4図 広葉樹の直径階級の分布



第5図 広葉樹の樹高階級の分布

※ プロットサンプリングによる 100 m²の分布を示す。

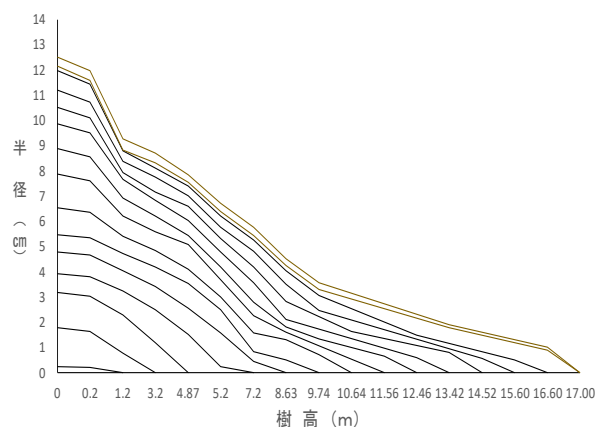
(調査2) スギの成長過程の推定及び水分値の測定

ア 樹幹解析図

地上 0.2m の断面は、年輪数 64 本でした。0.2m 成長する年齢を 3 年とし 67 年生の調査木としました。円板と樹幹解析図から 5 年生から 10 年生までが著しく成長し、その後は極端な成長は認められませんでした。5 年生から 10 年生と 35 年生から 40 年生が同じ成長を示しました。(第6図) (第7図)



第6図 測定円板



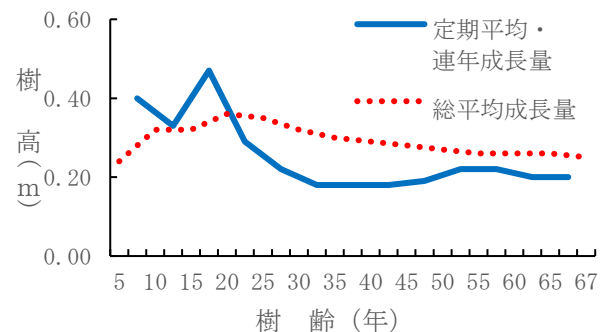
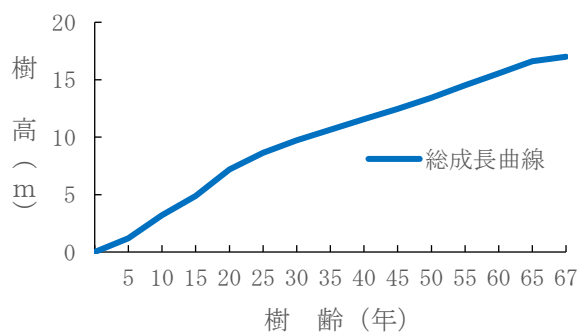
第7図 樹幹解析図

イ 樹高成長曲線

樹高は 17.00m で 30 年生まで最も成長しました。15 年生から 20 年生までは 5 年間で 2.33m 成長しました。20 年生から 45 年生にかけて徐々に衰退していたが、50 年生で再び成長量が増加し、以降衰退していきました。成長率は 5 年生から 10 年生までが最も高く徐々に低下しました。(第2表) (第8図)

第2表 樹高成長量

樹 齢 (年)	総成長量 (m)	定期成長量 (m)	定期平均・連年成長量 (m)	総平均成長量 (m)	成長率 (%)
5	1.20			0.24	
10	3.20	2.00	0.40	0.32	18.18
15	4.87	1.67	0.33	0.32	8.28
20	7.20	2.33	0.47	0.36	7.72
25	8.63	1.43	0.29	0.35	3.61
30	9.74	1.11	0.22	0.32	2.42
35	10.64	0.90	0.18	0.30	1.77
40	11.56	0.92	0.18	0.29	1.66
45	12.46	0.90	0.18	0.28	1.71
50	13.42	0.96	0.19	0.27	1.48
55	14.52	1.10	0.22	0.26	1.57
60	15.60	1.08	0.22	0.26	1.43
65	16.60	1.00	0.20	0.26	1.24
67	17.00	0.40	0.20	0.25	1.19
(67)	17.00				



第8図 樹高成長曲線

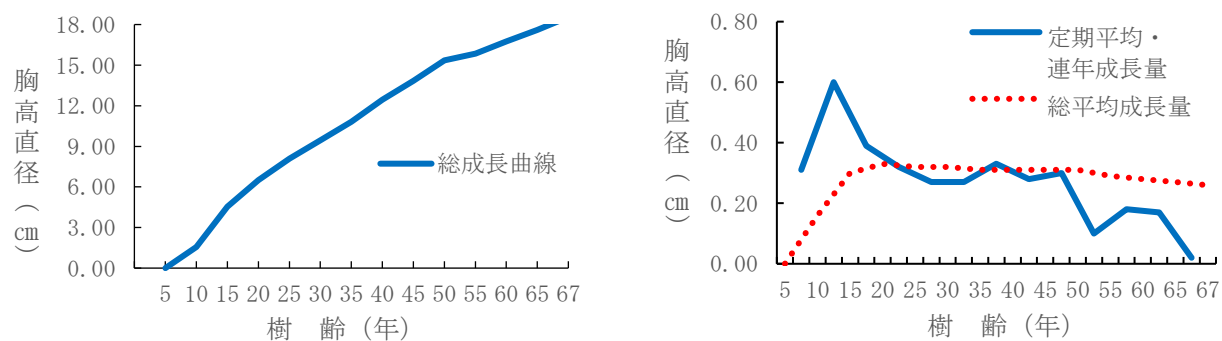
ウ 胸高直径成長曲線

15年生まで成長量は増加し、10年生から15年生は大きな増加を示し3.00 cmでした。15年生から35年生にかけては顕著な減少を示したが、35年生から40年生に若干の成長を見せ以降再び減少しました。35年生から50年生までは平均に近い成長となりました。成長率は10年生までは著しく高く40%で15年生からは大きく低下しました。胸高直径は18.55 cm、67年生で0.26 cm/年の成長量でした。

(第3表) (第9図)

第3表 胸高直径成長量

樹 齢 (年)	総成長量 (cm)	定期成長量 (cm)	定期平均・連年成長量 (cm)	総平均成長量 (cm)	成長率 (%)
5				0.00	
10	1.55	1.55	0.31	0.16	40.00
15	4.55	3.00	0.60	0.30	19.67
20	6.50	1.95	0.39	0.33	7.06
25	8.10	1.60	0.32	0.32	4.38
30	9.45	1.35	0.27	0.32	3.08
35	10.80	1.35	0.27	0.31	2.67
40	12.45	1.65	0.33	0.31	2.84
45	13.85	1.40	0.28	0.31	2.55
50	15.35	1.50	0.30	0.31	2.05
55	15.85	0.50	0.10	0.29	0.64
60	16.75	0.90	0.18	0.28	1.10
65	17.60	0.85	0.17	0.27	0.99
67	17.65	0.05	0.02	0.26	0.14
(67)	18.55				



第9図 胸高直径成長曲線

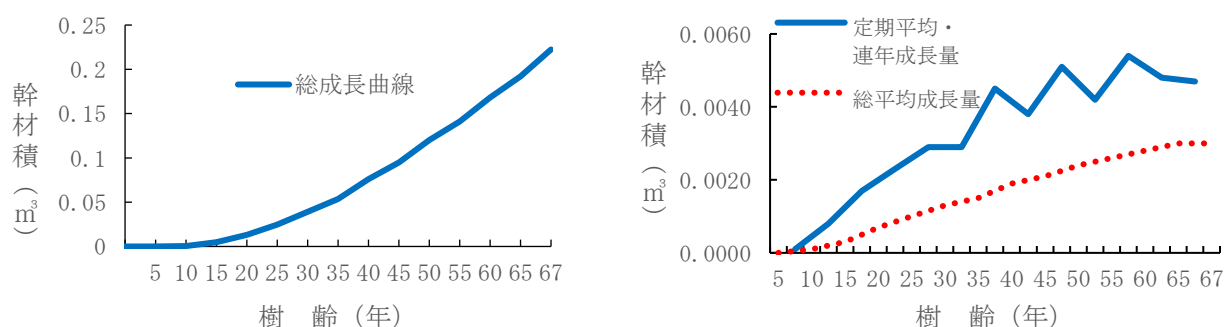
エ 幹材積成長曲線

10年生までは僅かな成長に過ぎず、以降60年生まで徐々に増加しました。成長量が最も多く変化したのは、60年生の0.1682 m³でした。総成長量は0.2224 m³で、樹皮を除くと0.2016 m³でした。樹皮率は9.35%でした。成長率は10年生までが最も高く、67年生に近づくほど低い値を示しました。

(第4表) (第10図)

第4表 幹材積成長量

樹 齢 (年)	総成長量 (m ³)	定期成長量 (m ³)	定期平均・連年成長量 (m ³)	総平均成長量 (m ³)	樹皮率9.35%	
					成長率 (%)	
5	0.0000			0.0000		
10	0.0006	0.0006	0.0001	0.0001	40.00	
15	0.0048	0.0042	0.0008	0.0003	31.11	
20	0.0131	0.0083	0.0017	0.0007	18.55	
25	0.0247	0.0116	0.0023	0.0010	12.88	
30	0.0391	0.0144	0.0029	0.0013	9.03	
35	0.0535	0.0144	0.0029	0.0015	6.22	
40	0.0761	0.0226	0.0045	0.0019	6.98	
45	0.0949	0.0188	0.0038	0.0021	6.29	
50	0.1203	0.0254	0.0051	0.0024	4.72	
55	0.1411	0.0208	0.0042	0.0026	3.18	
60	0.1682	0.0271	0.0054	0.0028	3.50	
65	0.1922	0.0240	0.0048	0.0030	2.66	
67	0.2016	0.0094	0.0047	0.0000	2.39	
(67)	0.2224					



第10図 幹材積成長曲線

オ スギの断面高別による水分値の違い

水分値は円板位置0mから13.2mにかけて平均39.5%となりました。直径が細くなる13.2mから16.2mは著しく低い値を示しました。(第5表)

第5表 スギの断面高別による水分値の違い

断面高 (m)	0	0.2	1.2	3.2	5.2	7.2	9.2	11.2	13.2	15.2
水分値 (%)	40	39	40	39	39	39	40	40	18	17

(調査3) 調査木の葉緑素の測定及び林内外の照度の違い

ア 調査木の葉緑素の測定

葉緑素を測定した結果、最も高い値が7.2mから9.2mでSPAD値24.5でした。その他の位置は低い値を示しました。枝打ち及び自然落下があったと思われる枝下高は測定できませんでした。枝が確認された3.2m以降は枝の伸び具合により7.2mから9.2m付近で最も高い値を示しました。梢端付近も同様に高い値を示しました。(第6表)

第6表 スギの断面高別による葉緑素の違い

断面高 (m)	0	0.2	1.2	3.2	5.2	7.2	9.2	11.2	13.2	15.2
葉緑素 (SPAD)				2.8	6.9	24.5	3.9	5.3	2.4	20.4

イ 林内と林外の照度と相対照度の違い

照度を測定した結果、林外で1112lx、林内で701lx、調査木根元で575lxでした。この数値から相対照度を算出したところ調査木根元で51.71%、林内63.04%と明るい光が差し込む林分であることが明らかになりました。(第7表)

第7表 林内と林外の照度と相対照度の違い

照 度 (lx)			相対照度 (%)		
調査木根元	林内	林外	調査木根元	林内	林外
575	701	1112	51.71	63.04	100

※ 林内、林外の測定は標高800m付近で調査

4 考察

樹高は30年生まで成長し、胸高直径は15年生まで衰えが見られませんでした。そのため、地位の生産性スギ樹高曲線(長野県)よりは実際は高いと考えられます。また、照度の調査から林内外で約400lx、林外と調査木根元で約530lxの差があり、相対照度を算出したところ調査木根元で51.71%、林内63.04%と明るい光が差し込む林分であることが明らかになりました。このことから、密度や収量比数(Ry)は適正であり、ある程度は林冠が開いて光が差し込んでいると考えられます。この要因として、林内や調査木根元付近の照度からも結論づけられます。樹木位置や樹冠投影を今回は実施しなかったが、調査中、間伐跡が見当たらなかったことから、立地条件を考慮し植栽時にあまり植え付け本数を制限したと考えられます。スギ人工林ではあるが他樹種も確認されました。樹種は広葉樹のケヤキ、クルミになります。すぐ下は林道がある為、広葉樹で崩壊を防ぐ目的で植栽されたと推察しました。

以上のことから今後、優良材生産を目的とした施業をするならば林齢70年生でhaあたり320本まで間伐を実施し伐期を90年生~100年生の長伐期とすれば、平割り、板材、心去り柱材などが得られると考えられます。保育管理はここ数十年行われていないことから、70年生からの保育管理が重要であり、

この結果をもとに保育管理案を作成し施業を実施することが重要であると考えます。間伐によって得た 70 年生の材の有効活用も望めると考えます。

おわりに

今回の調査では、リモートセンシングのようなドローン等の活用が実施できませんでした。今後は、精度の高い調査を実施するとともに樹木位置図、樹冠投影図を平行して行い成長の解析及び予測をし、枝の伸長成長と林冠の関係解析が必要です。測樹においても、輪尺やブルーメライスをいなくても技術の進歩により、スマートフォンアプリで樹高等を調査することができ、材積も伐倒しなくても予測できます。そのため、現代技術を活用し測樹調査を省力化することが期待できるため活用していく必要があります。今後の検討課題です。

参考文献・引用文献

井上公基他 4 名．2016．森林経営．実教出版．

関岡東生．2016．図解知識ゼロからの林業入門．家の光協会．

出口謙一他 3 名．2013．奥多摩の人工林における強度な林冠疎開後の樹冠成長の推移．関東森林研究．

長野県林業総合センター．2006．2014 改．Excel 版簡易収穫予測表．

片倉正行・山内仁人・古川仁．2005．ヒノキおよびカラマツ人工林の長伐期施業に関する研究—長期育成循環施業に対応する森林管理技術の開発—．長野県林業総合センター研究報告第 19 号．