

## 最小二乗法による次代検定林データの解析例

次代検定林のデータ解析例として、最小二乗法を適用した結果の一部を紹介します。

この方法を用いると、すべての系統が全ブロックに植栽されていない検定林でも、各系統の合理的な推定値が得られます。解析例には、秋田県が昭和60年10月に設定し、その後、5年次調査の行われた一般次代検定林「東秋県24号」の樹高データを使用させていただいた。写真は「東秋県24号」検定林。

この検定林には、1～3ブロックにスギ精英樹のさし木36クローンと対照として実生の在来種が1系統、合計37系統が列状植栽（15本/1列）されています。しかし、植栽用地として確保されたのは、いずれのブロックとも26列分だけでした。つまり、一つのブロックに植栽できるのは、37系統のうち26系統分に限られてしまうわけです。

こうしたことは、この検定林に特別のことではありません。たとえば、検定林として設定を予定していた用地面積の減少や事前に準備していた植栽材料の不足といった問題はいつでも起こり得ることです。

また、設定面積に限られていれば、すべての系統を全ブロックに植栽するよりも、この検定林のように、ある系統を植栽予定ブロックから適当に欠落させた方が多くの系統数を植栽することもできます。

さて、「東秋県24号」の5年次調査では、各クローンのブロック別の平均樹高（m）が表-1（I, II, III欄）のようになっていました。ここで、「-」と表示されている欄では、そのクローンが当該ブロックに設定時から未植栽であったことを示しています。実験計画では、こうした例を乱塊法に基づくデータと呼び、解析上、「-」欄を欠測値として扱います。そして、欠測値がない場合には、通常の実験計画の分散分析を適用して、簡単に各クローンの違いが検定できますし、ブロックの影響がどの程度あるかも判断できます。

ところが、欠測値があると通常の分散分析では解析できないので、最小二乗法を用いて解析を行います。この解析法は、行列演算を伴うため電卓では実行できません。

この結果、表-2の分散分析表に示すようにクローン間、ブロック間にそれぞれ1%、5%水準で統計的に有意な差が認められました。また、各クローンの最小二乗推定値は表-1の最右欄に示すとおりで、この値を大へ小へと図示したのが図-1です。図には、Duncanの多重比較によって、おおむね一つのグループとみなせる範囲も示しました。

対照が実生のため、植栽後5年程度では、さし木である精英樹クローンの樹高が、対象系統に劣ることは一般に広く知られています。

また、ここには示しませんが、ブロックの効果はIIIが最もよく、Iもほぼ同程度(IIIより2.4cmだけ低い)ですが、IIはIIIに比べると樹高を15cmほど低くする傾向があります。そして、この差は、表-2に示したように、統計的に意味のある差です。しかし、ブロックI、IIは斜面方位も南西(IIIは北西斜面)で、傾斜度は、むしろIIの方が緩斜面です。いろいろ検討したところ、IIIとIは平均的な標高が30m程度ですが、IIではこれより約10m高くなっています。つまり、この検定林では5年次樹高に関する限り、標高が影響するようだ、ということも推測できます。

このように、各ブロックに植栽クローンが均等に配置されていない場合でも、解析は可能です。

最近パソコンも発達し、行列演算を伴う解析も行えるようになりました。検定林以外のデータでも、欠測値のある実験結果の解析が必要な場合もあります。そうした時にも、この最小二乗法は有効な方法の一つです。なお、すべてのブロックに全クローンが植栽できない場合、この検定林のようにブロックI、IIとブロックIIIとで分ける必要はありません。設定計画は少し煩雑になりますが、例えば2ブロック分の植栽クローンでは、I、IIとII、III及びIII、Iのように欠測区を適当に分けた方が、検定結果、精度の点から好ましいと考えられます。

以上、各ブロックに植栽クローンが均等に配置されていない場合の解析例について簡単に紹介しました。

(東北育種場 育種第一研究室長 河崎 久男)

表-1 各クローンのブロック別の樹高平均値(m)と最小二乗推定値

No	ブロック クローン	I	II	III	推定値
1	対照(実生)	2.55	1.71	2.46	2.24
2	鹿角1	1.18	1.15	1.25	1.19
3	鹿角2	—	—	1.32	1.27
4	鹿角5	1.44	1.83	1.88	1.72
5	北秋田1	1.94	1.75	1.64	1.78
6	北秋田5	1.32	1.11	—	1.24
7	北秋田9	1.24	1.18	—	1.24
8	北秋田11	—	—	1.27	1.21
9	南秋田2	1.14	0.84	—	1.02
10	由利2	—	—	0.99	0.93
11	由利3	1.28	0.92	—	1.13
12	由利4	1.59	1.69	1.54	1.61
13	由利8	1.44	0.88	—	1.19
14	由利10	1.14	1.08	—	1.14
15	他北1	1.29	1.80	1.64	1.57
16	仙北3	1.17	0.90	—	1.06
17	仙北4	1.71	1.62	1.29	1.54
18	仙北5	1.69	1.62	1.73	1.68
19	仙北9	1.36	1.09	—	1.25
20	仙北10	1.14	1.27	—	1.23
21	雄勝1	1.69	1.42	1.71	1.61
22	雄勝2	—	—	1.47	1.42
23	雄勝3	—	—	1.39	1.33
24	雄勝5	—	—	1.35	1.30
25	雄勝8	1.32	1.36	—	1.37
26	雄勝9	1.91	1.62	1.94	1.83
27	雄勝10	1.34	1.54	—	1.47
28	雄勝11	1.44	1.58	1.69	1.57
29	雄勝12	1.57	1.19	1.47	1.41
30	雄勝13	1.70	1.30	1.70	1.57
31	雄勝14	1.19	1.14	1.48	1.27
32	雄勝17	—	—	1.69	1.63
33	雄勝19	—	—	1.63	1.57
34	山本3	1.35	1.24	1.35	1.31
35	山本4	—	—	1.23	1.17
36	平鹿2	—	—	1.37	1.32
37	平鹿3	—	—	1.12	1.06

表-2 樹高の平均値の分散分析結果

要因	自由度	平方和	平均平方	F
クローン間	36	5.888	0.164	4.67**
ブロック間	2	0.281	0.141	4.02*
誤差	39	1.366	0.035	

\*, \*\*は、5%、1%水準で有意であることを示します

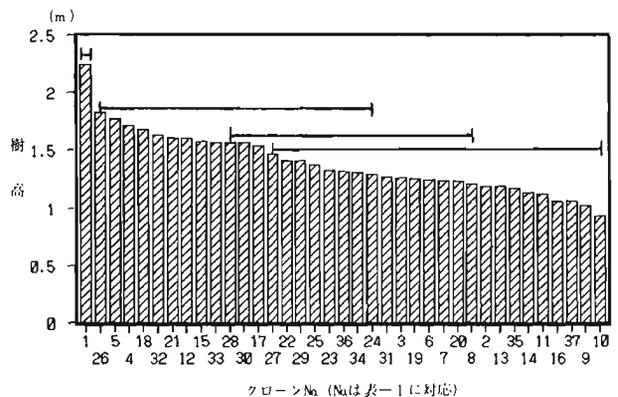


図-1 各クローンの樹高の最小二乗推定値と多重比較の結果

## スギ精英樹系統等の耐陰性試験

山形県立林業試験場 小野瀬 浩 司

### はじめに

多様な森林施業を推進する技術の一つとして複層林が注目されているが、山形県では、複層林施業の研究は緒についたばかりで、まだ多くの問題が残されている。

なかでも、下木として植栽する苗木の適性は大きな問題の一つであり、下木植栽を経験した林家からも、まだ未経験の林家からも「どのような苗木が良いのか」という声が多い。

複層林施業の主眼は上木であるにしても、自分で植栽した小さな苗木に目が向くことは当然のことである。

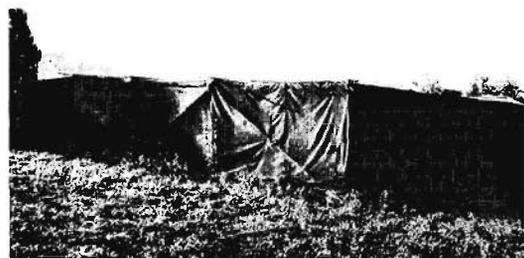
そこで、下木として植栽するスギ苗木の適性に関する情報を得るため、精英樹系統等の耐陰性試験を行った。ここでは、植栽から3生長期終了時までの経過から、複層林下木として生長面、形質面で適するとみられる系統について紹介する。

### 試験の概要

試験場内の圃場に人工の庇陰区として黒色の寒冷紗で被覆した高さ約2メートルの庇陰施設(写真参照)とその対照となる無庇陰区(裸地)を設置して、スギ精英樹20系統の実生苗木を植栽した。

庇陰に用いた寒冷紗は、遮光率85%で、庇陰施設の積雪による倒壊を防ぐために毎年4月上旬に設置し、11月下旬に撤去した。4月から11月まで実測した庇陰区内相対照度の平均は16.7%であった。

苗木は、山形県が保有している精英樹等から無作為に選んだ20系統を母系とする2回床替え3年生のスギ実生苗で、それぞれの区に同一系統を15



本ずつ単木無作為配置で植栽した。

植栽から3生長期の生長を測定し、3生長期終了後にすべての苗木を掘り取って、苗木の形質の健全度を判定し、生長と形質によって耐陰性の評価をした。

### 生長面での適性

生長量は、植栽時の苗木の大きさのちがいが影響するため、これを修正して比較した。

20系統全体では、伸び、太りともに、庇陰区に比べて無庇陰区が優れていた。修正した平均樹高は庇陰区で123.2cm、無庇陰区で201.6cm、修正した平均根元径は庇陰区で18.7mm、無庇陰区で28.4mmであった。

庇陰区の20系統を比較してみると、他の系統に比べて、特に優れた伸びと太りを示した系統は表-1のとおりである。

伸び、太りともに優れていた東田川特1号、中頸城6号、岩舟3号、岩舟4号は、生長面で複層林下木に適する系統の候補と考えられる。

一方、他の系統に比べて特に劣った伸びと太りを示した系統は表-2のとおりである。

伸びまたは太りのいずれかが劣っていた東南村山2号、西村山2号、東南置賜2号、西置賜1号、最上5号、山内杉、飽海3号、北秋田1号は、生長面から複層林下木としては避けるべき系統の候補と考えられる。

表-1 生長の優れている系統

伸 び	太 り
中頸城6号・雄勝1号 岩舟3号・岩舟4号 東田川特1号	中頸城6号 岩舟3号・岩舟4号 東田川特1号

表-2 生長の劣っている系統

伸 び	太 り
東南村山2号・最上5号 東南置賜2号・飽海3号 西村山2号・山内杉 西置賜1号・北秋田1号	東南村山2号・最上5号 東南置賜2号 西村山2号

表-3 苗木形質の健全度

健全度	説明
(地上部)	
1 (健全)	樹冠が正常(枝葉を四方に伸張し鈍円錐形の樹冠)で、病虫害や損傷がない。
2 (中間)	不健全ではないが健全ほど優れていない。
3 (不健全)	樹冠が傘型、歪小、偏平等。また、病虫害や損傷がある。
	・幹曲り A: 通直である。 B: 中間。(根元部にわずかな曲りがある。) C: 大きな曲りがある。
(地下部)	
1 (健全)	四方にほぼ均等に根張りを持ち、細根がよく発達し、地上部とのつり合いもとれている。
2 (中間)	不健全ではないが健全ほど優れていない。
3 (不健全)	根張りが小さく、細根量も少ない。また、病虫害や損傷がある。

### 形質面での適性

地上部および地下部の形質の健全度を表-3のとおりに定め、3年目の生長量調査終了後にすべての苗木を掘り取り、単木ごとに形質の健全度を判定した。形質優良と形質不良を表-4のとおりに定め、系統毎に形質優良の出現する割合および形質不良の出現する割合を求めて比較した。

20系統全体では地上部、地下部とも、無庇陰区に比べて庇陰区で形質優良が出現する割合が低く、形質不良が出現する割合が高かった。

庇陰区の20系統を比較してみると、他の系統に比べて、地上部と地下部で形質優良が出現する割合が特に高い系統は表-5のとおりである。

地上部、地下部ともに形質優良が出現する割合の高い東田川特1号、岩舟3号、岩舟4号は、形質面で複層林下木に適する系統の候補と考えられる。

一方、東南村山2号は他の系統に比べて地上部の形質不良が出現する割合が特に高く、形質面から複層林下木としては避けるべき系統の候補と考えられる。

以上、生長面と形質面に分けて複層林下木に適するとみられる系統について紹介したが、複層林の造成の際には生長面と形質面の両面を考慮しなければならないと考える。

したがって、複層林下木に適するとみられる系統は、生長も形質も優れている東田川特1号、岩舟3号、岩舟4号の3系統と考えられる。

一方、複層林下木としては避けるべきとみられる系統は、生長か形質のいずれかが劣っている東南村山2号、西村山2号、東南置賜2号、西置賜1号、最上5号、山内杉、飽海3号、北秋田1号の8系統と考えられる。

表-4 苗木の形質優良と形質不良

優良不良: 部位	苗木形質の健全度
形質優良: 地上部	1-A, 1-B
地下部	1
形質不良: 地上部	1-C, 2-C, 3-ABC
地下部	3

表-5 形質優良が出現する割合の高い系統

地上部	地下部
岩舟3号・岩舟4号 東田川特1号	岩舟3号・岩舟4号 東田川特1号
中頸城6号・雄勝1号	

### おわりに

以上、3生長期終了時までの耐陰性の評価をもとに複層林下木に適するとみられるスギの系統について紹介した。スギの一生においては極めて初期に限られた調査であるため、以後の生育に関して次代検定林等からの情報に十分注意を払わなければならないと考える。

今後は、積雪地帯の複層林造成に有効と考えられる雪害抵抗性クローンの系統の耐陰性試験を行う予定である。



### 東北の林木育種 No.140

発行 平成5年1月15日

編集 林木育種センター東北育種場

〒020-01 岩手県岩手郡滝沢村滝沢字大崎

TEL (0196) 88-4517 FAX (0196) 88-4518