

広葉樹、スギ二段林の生育経過

竹ノ下 純一郎

目 次

I はじめに

II 試験方法

1. 供試林分
2. 測定方法

III 試験結果

1. 下層木、上層木の生長経過

A. 下層木

- (1) 樹高、直径及び林分材積について
- (2) 樹高、直径生長の経年変化
- (3) 林内照度と下層木の生長

B. 上層木

2. 上層木伐採除去後の下層木の生長の変化
3. 下層木の本数構成
4. 下層木の樹幹形態及び年輪巾
5. 保育施業の比較
6. 林地土壌の比較

参考文献

I はじめに

森林の公益的機能が要請されるようになって、複層林施業が見直されてきている。それは広い皆伐面が再び成林して林冠を整えるまでの期間の水源かん養機能などの低下が、公益面でのデメリットにつながることからである。

しかしながら、複層林の効用は、木材生産という面でも、従来から取りあげられてきており、再生産に問題となる林地生産力の低下が、皆伐一斉林施業が繰返された吉野、尾鷲などの林業地で取り沙汰された事は、記憶に新しいところである。

また、複層林施業は本県の今須林業地においてみられるような次の利点がある。今須の択伐林施業は、恵まれた地形条件と相俟って、木材生産と製材加工が同じ経済圏域の中で、一貫して深くかかわりを持ち行なわれ、その上に枝打ち、伐倒など高度な施業技術に支えられて発達してきている。そして、このような複層林施業は、小規模面積の森林所有者にとって、むしろ都合のよい経営タイプとも云える。少ない森林面積を高度に利用することができるとともに、下刈り作業量も少なくよく、木材収穫量は少量ずつであるが高品質であるため、金員収穫は多く継続的で、家計にとっては安定的であるという。

複層林施業には植栽時からの下層木の照度管理、林内造林木^木の耐陰性品種の選択及び地力維持効果の実態など、技術的には未解決な点も多い。

旧岐阜県林業試験場時代の1955年に設定した広葉樹内スギ直ざし試験林が、明方村石原山林内にあるが、25年経過(1980年調査時点)した調査結果から、2・3の事項をとりあげ検討したので報告する。

この試験林の調査にあたっては、石原林材KK、石原成樹君の協力を得るとともに、同君の東京農大卒業論文を引用させて頂いた。謝意を表します。

II 試験方法

1. 供試林分

郡上郡明方村小川日出雲、石原山林地内に、1955年(S30年)5月、林齢約20年生広葉樹林内にスギの直ざし試験地を0.3ha設定した。

スギ活着後の翌年1956年(S31年)5月、この試験林 $\frac{1}{3}$ の約0.1haについて、上層広葉樹を伐採し直ざし直後広葉樹伐採区Aを設けたが、残り $\frac{2}{3}$ の林分は1967年(S42年)まで二段林のまま存置された。1967年5月(S42年、スギ直ざし造林後12年経過時点)に、この残りの林分 $\frac{1}{3}$ について、上層広葉樹の伐採が行なわれ、中間時点広葉樹伐採試験区、B区が設けられたので、現在1980年(S55年)は、直ざし直後広葉樹伐採区A区、直ざし12年後広葉樹伐採区B区、広葉樹・スギ二段林区C区の3試験区が隣接して配列されている。

試験地は、山脚部の緩斜面で標高800m、土壌は黒色土壌B ℓ D型である。

試験林分の施業経過状況は、表1に示すとおりである。

2. 測定方法

3試験区内に約250m²の標準地を設け、この標準地内の立木について生育調査を行った。

A区、B区の標準地では、全木について樹高、胸高直径及び樹幹3.3m位置直径を測定した。樹高はデンドロメーター又は測桿を用い、直径は輪尺を用いた。胸高直径及び樹幹3.3m位置直径の測定

表1 試験林分の施業経過

広葉樹・スギ直ざし二段林区 C区			直ざし12年後上層広葉樹伐採区 B区			直ざし直後広葉樹伐採区 A区		
年度	内 容	人 数	年度	内 容	人 数	年度	内 容	人 数
S.30年	スギ直ざし	15	S.30年	スギ直ざし	15	S.30年	スギ直ざし	15
35	上層広葉樹枝打	4	35	上層広葉樹枝打	4	31	上層広葉樹伐採	25
38	"	4	38	"	4	31	林内下刈	8
42	"	4	41	林内下刈	3	32	"	8
			42	上層広葉樹伐採	25	33	"	8
			45	スギ枝打	15	34	"	8
			47	"	15	35	"	8
			50	"	20	36	"	8
			52	"	20	42	スギ枝打	22
						45	"	33
						47	"	33
						50	"	33
						52	"	27
総 労 働 量		(100) 31人	総 労 働 量		(390) 121	総 労 働 量		(761) 236

(S.55年度調査)

値から樹幹の完満度を算出した。また、各試験区内に10本の測定木を無作為に選び、樹幹位置0.3m, 1.3m, 3.3m, 5.3m, 7.3m, 9.3cm……別直径を輪尺で測定して、区分求積法によって立木材積を算出した。これらの測定木の立木材積と胸高直径の相対生長関係を図化し、A区、B区の標準地内の全立木について、この図から立木材積を推定した。

C区は標準地の全木について、樹高は測桿、胸高直径は輪尺でそれぞれ測定した。立木材積の推定には、この試験地に近い他の二段林において、C区のスギ下層木よりも生育の進んだ林分を選んで、先に述べた方法で下層木の立木材積と胸高直径の相対生長関係図を求め、この関係を利用してC区の全下層木の立木材積合計を推定した。また、C区では上層広葉樹について、樹高はデンドロメーター、胸高直径は輪尺で測定して立木幹材積表で材積を推定した。

林内照度の測定は、いずれも夏季の晴天日を選んで行った。測定時間は午前10時～12時の間で、試験区内の対角線上の各地点の地上約2mの位置で、点照度を東芝照度計で測定し、裸地照度の相対値で表示した。

樹高及び直径生長の経年変化を調べるために、1979年8月(S54年)に樹幹解析用の供試木を各試験区から3本ずつ選定した。供試木の選定は、毎木調査結果から胸高直径を3区分して、それぞれの胸高直径階の中央木を1本ずつ選んだ。各試験区における胸高直径階は次のとおりである。A区は14.1cm以上, 14.0～11.1cm, 11.0cm以下、B区は10.1cm以上, 10.0～8.1cm, 8.0cm以下、C区は7.1cm以上, 7.0～4.1cm, 4.0cm以下でいずれの試験区も3区分をした。

試験地土壌の採取は、1979年8月(S54年)時点において、A区C区のそれぞれの4地点におい

て土壌断面を設定し、層位0~4 cm, 20~24 cmの各層から化学分析用試料及び物理分析用円筒(400 cc)を採取した。理化学分析はいずれも国有林野土壌分析法によって行った。

III 試験結果

1. 下層木、上層木の生長経過

A. 下層木

(1) 樹高、直径及び林分材積について

調査結果を表2に示した。

表2 二段林内下層木の生育

試験区 試験内容		C	B	A
項目		広葉樹・スギ直ざし 2段林	スギ直ざし12年後 上層広葉樹伐採	スギ直ざし1年後 上層広葉樹伐採
立木本数	植栽本数	3333	3333	3333
	枯損本数	516	317	0
	枯損率	15	9	0
	間伐本数	0	0	1428
	現在本数	2817	3016	1905
立木構成	高木階	141	1779	133
	中木階	1324	1025	1143
	低木階	1352	212	629
樹高 m	高木階	(100) 6.0 ± 0.8	(170) 10.2 ± 0.6	(213) 12.8 ± 0.4
	中木階	(100) 3.9 ± 0.6	(223) 8.7 ± 0.3	(292) 11.4 ± 0.6
	低木階	(100) 2.4 ± 1.7	(250) 6.0 ± 1.2	(408) 9.8 ± 0.4
	平均	(100) 3.6 ± 1.5	(272) 9.8 ± 1.0	(311) 11.2 ± 1.0
胸高直径 cm	高木階	(100) 8.6 ± 0.8	(143) 12.3 ± 0.6	(186) 16.0 ± 1.1
	中木階	(100) 5.4 ± 0.9	(191) 10.3 ± 0.6	(254) 13.7 ± 0.9
	低木階	(100) 2.6 ± 1.0	(312) 8.1 ± 0.8	(435) 11.3 ± 0.7
	平均	(100) 4.2 ± 2.0	(269) 11.3 ± 1.4	(310) 13.0 ± 1.6
林分材積 m³	間伐材積	0	0	78.0
	林分材積	(100) 16.9	(959) 162.1	(956) 161.6
	合計材積	(100) 16.9	(959) 162.1	(1418) 239.6

(1980年8月調査)

試験区Aは上層広葉樹がスギ活着の翌年に伐採除去され、スギ一斉林となっているので、二段林型を示す試験区Cの対照林分と考えることができる。

現在の立木本数は二段林のC区で²⁹¹⁷2817本ともっとも少なく、15%の枯損がみられた。これに対して対照林分A区は枯損がみられなかった。

樹高では試験区Cが平均値3.6mに対して、試験区Aは11.2mと3.1倍の生長を示した。これを内容的にみると、高木階、中木階の樹高では、試験区AがCの2～3倍の樹高を示しているのに対して、低木階では試験区AがCの4倍となっており、低木階における試験区間の差異が大きい。

胸高直径では試験区Cが平均値4.2cmに対して、試験区A13.0cmと3.1倍の値を示した。これを内容的にみると、高木階で試験区Aが1.9倍、中央木階で2.5倍、低木階で4.4倍と樹高の場合と同じく低木階で試験区間の差異が大きくなっている。

林分材積では試験区Cは、ha当り16.9m³であるのに対して、試験区Aは間伐材積を除いて161.6m³で9.6倍、間伐材積をいれると239.6m³で14.2倍とその差異は極めて大きい。

(2) 樹高、直径生長の経年変化

試験結果を図-1、図-2に示した。

樹高生長の経年変化では、試験区Cはほぼ直線的で緩やかな生長経過を辿るのに対して、試験区Aは急激な生長量の増加がみられ、試験区Cとの差を大きくしている。試験区Cでの樹高生長速度は15cm/yr.程度に対して、試験区Aは45cm/yr.と大きい。林齢12年生から枝打ちの影響がみられ、樹高生長はやや低下の傾向を示している。

直径生長の経年変化は、樹幹1.3m位置では試験区Cは試験区Aに比べて、緩やかな生長で0.3mm/yr. (試験区A、0.5mm/yr.)である。樹幹3.3m位置では、林齢16年生以降で試験区C及びAは、ほぼ平行した直径生長経過を示し、生長速度は試験区C、0.5mm/yr.、A、0.8mm/yr.となっている。

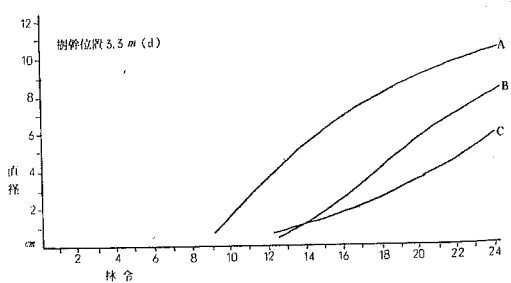
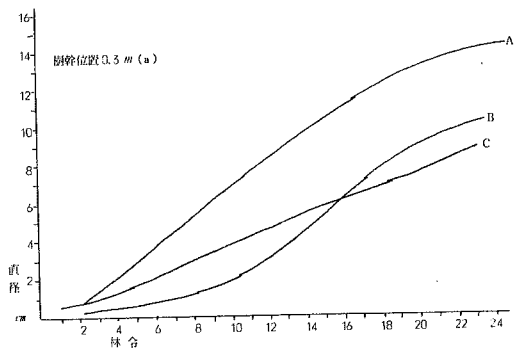
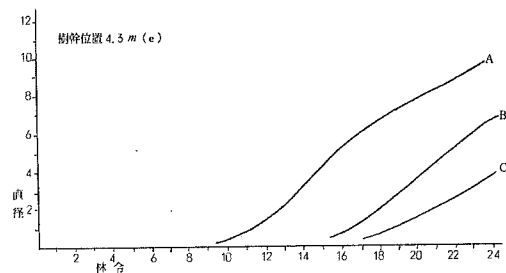
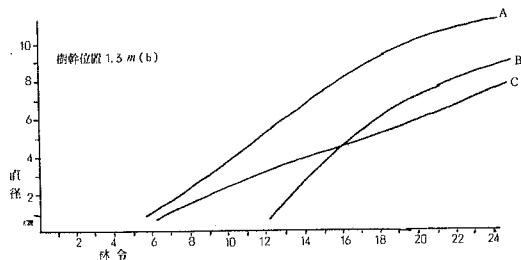
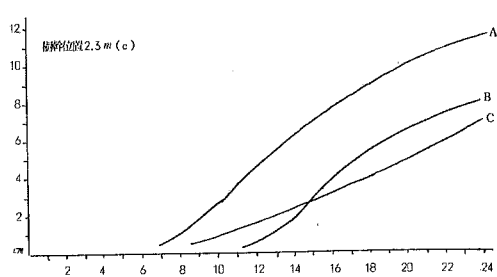
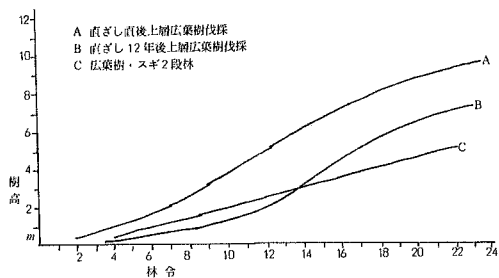
(3) 林内照度と下層木の生長

表3は、林内照度と下層木の生長関係を示す調査結果である。この資料は、試験区C付近のヒノキ・スギ二段林において調べたものである。スギ下層木の平均樹高が1～2mの範囲の生育段階(林令5～6年生)では、林内照度が20%以下でも、20～30cm/yr.の生長量がみられる。従って、この生育段階では、下刈り作業の省力などを考えると、20～30%程度の明るさが適正だと考えられる。さらに生育段階が進んだ樹高3m(直さし後15～16年生)段階では、林内照度30～50%で生長量は30～50cm/yr.となり、この程度の明るさが適正であろうと考える。

試験区Cの林内照度の経過を表4に示したが、上層木の枝打ちを行った林齢13年生時点(昭和42年)以外は、上層林冠の閉鎖が進むにつれて

表3 林内照度と下層木の生長

調査区	相対照度 %	平均樹高 m	樹高生長量 cm
1	23	1.6	14
2	13	1.6	17
3	3	1.7	31
4	54	1.9	35
5	37	2.0	31
6	14	2.1	33
7	47	2.5	43
8	28	2.6	54
9	32	2.7	37
10	50	2.7	41
11	21	3.7	54
備考	調査区の大きさ: 10×10m 上層木ヒノキ、下層木スギ		



林内照度は低下している。

表4 広葉樹・スギ2段林(試験区C)の林内照度

表2の試験結果から、林齢24年生の現時点での林内照度8%は極めて暗過ぎるので、上層木の枝打によって、林内照度を30%程度までに高める必要がある。

測定 時点	直ざし 当年度	11年生	13年生	19年生	20年生	24年生
照度 %	40	20	30	20	12	8

B. 上層木

上層広葉樹の樹高、胸高直径の毎木調査を行ったが、その結果を表5に示した。

広葉樹の種類は、クリ・コナラが殆んどであり、平均樹高約15m、平均胸高直径約18cmでha当り138m³であった。

下層木スギを直ざした時点の上層広葉樹林の林齢は、約20~25年生、林分材積が80m³と推定されるので、林齢45~50年生の現時点では、林分材積が58m³増加したことになる。

下層木スギの林分材積は表2により約17m³であるから、広葉樹-スギ二段林の試験区Cは、総林分材積がha当り155m³ということになる。

2. 上層木伐採除去後の下層木の生長の変化

下刈り作業を省力化しようとの目的から、林内にスギを直ざし造林を行い、その後下層木の樹高が雑灌木類の樹高よりも大きくなって、下刈終了時点で達すると上層木を伐採除去するという1時期的な二段林施業が考えられる。このような目的で施業されたのが試験区Bである。

表1で示したように、試験区Bの上層広葉樹は、下層木スギ林齢12年生(S42年)の時点において伐採除去されている。

樹高、直径生長経過は、図-1、図-2及び表2に示されている。

樹高生長は、上層広葉樹が伐採除去された12年生時点までは緩やかで生長量は小さい。12年生時点での樹高は約2mで、一斉林のA区の樹高5mの1/2以下である。

しかしながら、上層広葉樹の伐採後は、樹高生長が急激に増加し、林齢25年生時点(S55年)では、B区は平均樹高9.8mと試験区Aの11.2mに対して、僅か1.4mの差しかみられないまで追いついている。

直径生長についても、広葉樹林内での生育段階では生長量は少なく、その影響は樹幹2.3m位置まで認められるが、伐採後は急激に増加している。胸高直径について、その変化の状態をみると、林齢12年生時点では、B区は0.5cmで試験区Aの5.0cmの約1/10であったが、広葉樹伐採後の林齢25年生時点では、B区11.3cmでA区の13.0cmとの差が僅か1.7cmとなっている。

林分材積は表2に示されているように、試験区B、Aともに162m³/haと同じである。ただし試験

表5 上層広葉樹の成育状態

項 目	測 定 値
立木本数 本	629
平均樹高 m	15.3±2.7
平均胸高直径 cm	18.4±6.6
林分材積 m ³	138
備 考	1980年8月調査 林齢45~50年生 クリ・コナラ

山本和蔵調整：内地一般雑木林平均
収獲表、森林家必携
昭和20年

区Aは、すでに間伐が実施され間伐材積が、この他に約78m³見込まれるので、これを合計すると、試験区Aは約48%、Bよりも林分材積が多いことになる。

以上試験区BとAとを比較すれば、初期の生育段階の一時期、約10カ年間二段林内で生育した下層木でも、上層木伐採後約10年間ぐらいで、樹高、直径生長及び林分材積において、ほぼ一斉林と同程度まで生育が回復することが判明した。

3. 下層木の本数構成

立木の本数構成状態を表2及び図-3に示した。

現在の立木本数は枯損率が大きかった試験区Cで2817本/haと少なく、試験区Bは3016本/haであった。一斉林区Aは枯損は全くみられなかったが、間伐による本数減少があったため、1905本/haと最も少なくなっている。

二段林区Cの下層木は、中木階、低木階がそれぞれ47%、48%を占め、高木階の本数割合が極めて少ない。これは上層広葉樹による樹冠閉鎖が強く、林内照度が全体的に低いからであろう。しかしながら、スポット状に照度が高い部分があり、この部分の下層木の生長がよいから、占有割合は少ないが高木階となっている。

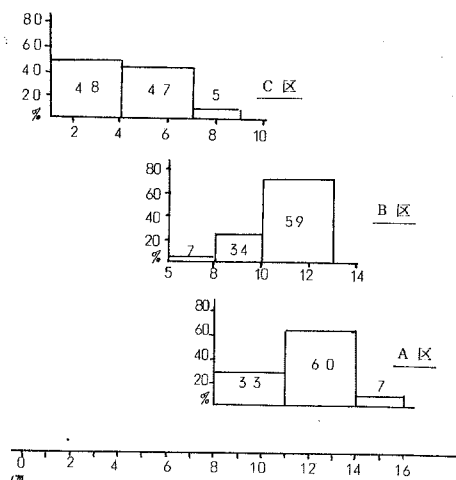


図-3 本数構成状態

一斉林区Aは高木階が少ない正規分布型であるが、試験区Bは高木階がもっとも多い。試験区Aは最近、利用間伐が強く行われ、高木階のものがかなり伐採されたためであるが、このA区でも間伐が一度も行われていなければ、B区の本数構成と同じものと考えられる。

4. 下層木の樹幹形態及び年輪巾

二段林内下層木は、一斉林型で生育した立木とは生長経過が異なることは、1或いは2で述べたとおりである。

したがって、その結果として現われる立木の樹幹形態にも、差異があろうことも考えられるため、この点について検討を行った。

試験区Cの下層木は、樹高、胸高直径が未だ小さく、樹幹形態が不完全であったため、試験区Bを選び試験区Aと比較した。

試験結果を表6に示した。

真円度では全く差異が認められなかった。

完満度は、B区88.6で、A区の92.7に対して、かなり小さな値を示している。完満度は、一般には枝打によって影響されるが、両林分では枝打が4~5回、同程度行なわれているので、枝打による影響は、ほぼ同じだとみることができよう。

真円度は、スギの品種系統による属性だと考えられ、生育過程による違いによって変化するものとは考えられない。

完満度は、肥大生長の垂直分布のちがひによって変わってくるので、林内の不十分な照度条件のもとで生育したB区では、完満性が若干悪い樹幹形態になったものと考えられる。

次に形質をあらわすものの1つとして、樹幹横断面の年輪巾の状態があるが、これについて検討したが、その結果を図-4に示した。

試験区Cでは、樹幹位置0.3m、2.3mの年輪巾は1~2mmで狭く、しかも極めてよく揃っている。1.3m、3.3m位置では、変動巾がやや大きい、それでも年輪巾としては狭い方で均一であると云えよう。

試験区Aは、林齢14年生まではいずれの樹幹位置でも、年輪巾は3~6mmとやや広く

(密度管理は密仕立てで管理された林分だったので、年輪巾はそれ程広くなならない条件下にあったものと考えられる)、しかもやや不揃いであった。林齢15年生からは、いずれの部分でも、ほぼ1~3mmで均一と云えるが、この理由は、表1で判るように林齢13年生の時点から、枝打が5回行なわれたことによるものである。

12年間林内で生育したB区では、上層木が伐採されてから林齢16年生までの間は、急激に肥大生長が大きくなったため、その変動巾が1~6mmと極めて大きく、目合いは不揃いである。

以上総合して考察すると、二段林内下層木は、樹幹形態においてやや完満性に欠けるが、年輪巾は極めて狭く目の揃った材が生産されるものと思われる。なお、完満性についても、下層木の早期の枝打などの実施によって、或程度は矯正できるものとも考えられる。

5. 保育施業の比較

試験林分の保育施業の経過については、表1に示した。

この二段林の育成の目的には、先に述べたように下層植栽木に対する下刈り作業の省力化もあったので、C区、B区については下刈りは全く行なわなかった。これに対してA区は、普通林施業であるため、雑灌木の繁茂も激しく、下刈り作業は通算6回実施した。

また、C区、B区は、6年生、9年生、13年生時点で林内照度を高かめるために、部分的に上層広葉樹の枝払いをした。

立木の枝打は、生育が速かったA区で13年生から開始され、現在まで5回行なわれたが、B区では16年生時点から開始され現在まで4回行なわれている。これに対して二段林区Cでは、未だ枝打が実施できる生育段階に達していない。

3試験区において、今まで施業に要した総労働量は、C区31人、B区121人、A区236人でC区に対してB区、A区でそれぞれ約4倍、8倍となっている。

下刈り労働量の48人工が、二段林C区、B区で省力できた。

6. 林地土壌の比較

実験結果を表7、表8に示した。

PHは3試験区の間で、差異がみられないが、置換酸度 y_1 では、表層で差異がみられ二段林区Cでもっとも大きな値を示し、酸性が強いことが伺われる。全炭素量Cは、表層ではA区よりもC区で大きな値を示し、B区でもっとも値が小さい。下層では、A区、B区で差異がみられないが、C区でもっとも小さな値が示される。全窒素NはCと全く同じ傾向を示し、表層では、C区がA区よりも値

表6 樹幹形態

試験区	真 円 度 1)		完 満 度 2)
	樹幹位置 1.3 m	樹幹位置 3.3 m	
A	95.6 ± 2.0	95.8 ± 1.9	92.7 ± 2.4
B	94.7 ± 1.9	95.9 ± 1.6	88.6 ± 4.0

$$1) \text{ 真円度} = \frac{\text{最小直径}}{\text{最大直径}} \times 100\%$$

$$2) \text{ 完満度} = \frac{\text{樹幹位置 3.3 m 部分直径}}{\text{樹幹位置 1.3 m 部分直径}} \times 100\%$$

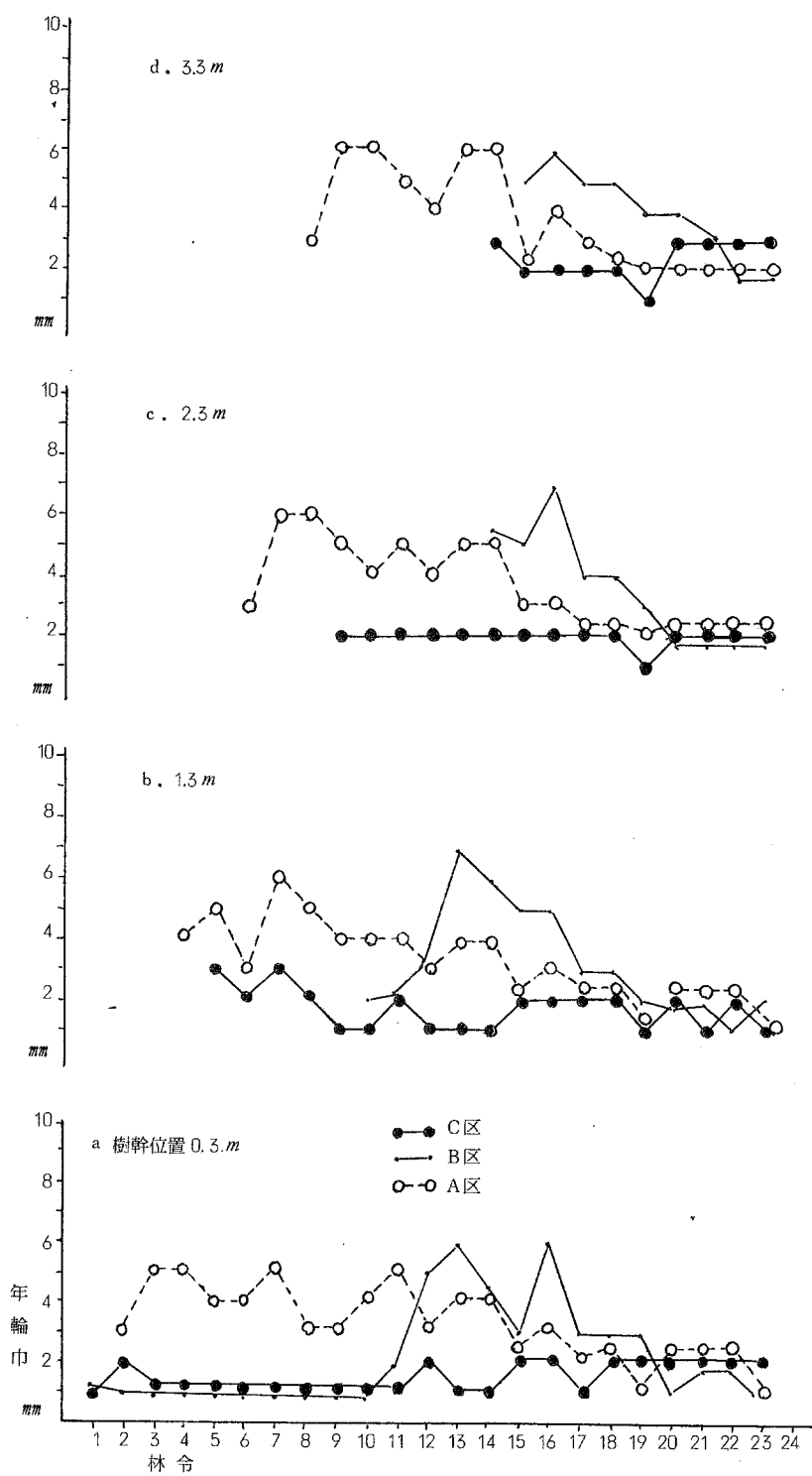


図-4 年輪巾の経年変化 (a~d)

表7 二段林内土壌の化学的性質

試験区	項目 層位	PH (Kcl)	y1	C %	N %	C/N	C.E.C me/100g	置換性塩基		
								K	Ca	Mg
A区	0~4cm	3.9	31.3	12.5	0.63	20	62.2	0.45	0.19	0.15
	20~24cm	4.1	20.0	6.4	0.35	18	43.7	0.25	0.08	0.05
B区	0~4cm	3.8	35.2	9.9	0.55	18	60.2	0.51	0.13	0.10
	20~24cm	4.2	16.7	6.1	0.35	17	45.7	0.24	0.07	0.04
C区	0~4cm	3.8	43.4	14.7	0.74	20	78.4	0.51	0.30	0.19
	20~24cm	4.2	17.8	4.9	0.29	17	43.3	0.19	0.07	0.03

が大きく、B区でもっとも小さな値を示している。C/N比は表層でA区、C区は同じ値を示し、B区がやや小さい。下層では3試験区ともほぼ同じ値が示されている。置換容量CEC、置換性K、置換性Ca、置換性Mgは、いずれもほぼ同じ傾向を示し、表層ではB区でもっと

も小さな値を示し、C区で値がもっとも大きい。下層では3試験区ともほぼ同じ値を示している。

以上化学的性質では、二段林区Cは、一斉林区Aに比べて、土壌の酸性がやや高いが、全炭素量、全窒素、置換性塩基類、置換容量いずれもやや大きな値が示され、若干化学成分に豊むことが同われた。

理学的性質については、表層では差異が認められたが、下層ではみられなかった。

容積重はC区で小さな値が示され、全孔隙量ではC区で値が大きかった。すなわちC区土壌は、土壌中の孔隙が多く、土壌の重量が軽く、土壌の堆積状態が緊密でないことが示された。また、三相組成では、C区は固相が少なく気相が多かったが、この事は、先に述べた土壌の堆積状態が緊密でないことを更に裏付けている。このように土壌の理学的性質がC区でよいので、C区土壌では透水性がよくなっている。

参 考 文 献

- 1) 水野昭鋭：山地直ざし試験 岐阜県林業試験場試験研究報告No.3. 1958
- 2) 日 林 協：複層林施業実態調査報告書 1980.3
- 3) 石原成樹：自家山林における複層林施業技術の体系化に関する研究 1981.3