

複層林施業技術指針

平成 8 年 3 月

石川県農林水産部



択伐途上林（現在は二段林を呈している）（輪島市）



アテ択伐林



アテ（一部スギ）択伐林（能都町）



伏条しようとする枝の葉を切り除き伏条に適した状態にする



枝の下を少し掘り、又木を用意する



枝を埋め込み、土をかぶせて又木で押さえる

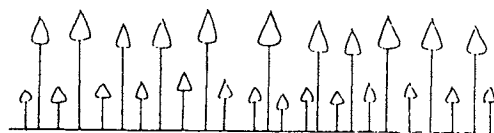
目 次

I	複層林の定義	1
II	石川県における複層林の現状	1
1	森林の現状	1
2	複層林の種類	2
(1)	複層林の林型	2
(2)	複層林の樹種構成	2
3	アテの特性	3
III	複層林の利点と経営に必要な条件	4
1	複層林の利点	4
(1)	収穫の保続性	4
(2)	更新時の労働力	4
(3)	生産量の増大	5
(4)	良質材の生産	5
(5)	地力の維持効果	5
(6)	生産目標に合った材の収穫	5
(7)	気象害の緩和	6
(8)	公益的機能の維持向上	6
2	複層林の経営に必要な条件	6
(1)	集約的施業の実施	6
(2)	適切な施業の継続	6
(3)	複層林施業相応の技術	6
IV	複層林施業の基礎的事項	7
1	複層林造成の目的	7
2	林内照度（光環境）	7
(1)	林内照度の調べ方	7
(2)	林内の明るさと下層木の成長	8
(3)	幼樹の生存限界の明るさ	9
3	上層木の本数調整	10
(1)	二段林の本数調整	10
(2)	択伐林の本数調整	10
4	樹下植栽	11

5	複層林の保育	11
(1)	下刈り	11
(2)	倒木起し（雪起し）	12
(3)	つる切り	12
(4)	枝打ち	12
(5)	除伐・本数調整伐	12
6	収穫	13
V	複層林の造成	14
1	更新の方法	14
(1)	伏条	14
(2)	直挿し	14
(3)	苗木植栽	15
2	複層林への誘導	16
(1)	短期二段林	16
(2)	常時二段林および長期二段林	19
(3)	択伐林	20
VI	県内複層林の事例	23
事例－1	アテ択伐林（珠洲市）	23
事例－2	アテ択伐林（輪島市）	24
事例－3	アテ択伐林（輪島市）	24
事例－4	アテ択伐林（穴水町）	25
事例－5	アテ択伐林（門前町）	25
事例－6	スギ・アテ（ヒノキ）混交複層林（加賀市）	26
資 料		29
参考引用文献		33

I 複層林の定義

前生樹を皆伐した跡地へ、スギ、アテ、アカマツなどの単一樹種を植栽すると、一斉に生育が始まり、生長に優劣の差があまりなければ、樹高がそろい林冠は一つになる。このような林を一斉林、または単層林と呼んでいる。



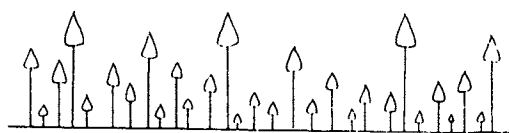
二段林

これに対して、二層以上の林冠のある林を総称して、複層林と呼んでいる。複層林は、林冠層が二層になっている二段林、三層になっている三段林などと、林冠層の数によって区別される。さらに林冠層が増えて、層の区別ができなくなったものを連続層林といい、アテの択伐林がこれにあたる。



三段林

二段林・三段林・択伐林の型を示すと、図-1のとおりである。



択伐林

図-1. 複層林の模式図

II 石川県における複層林の現状

1 森林の現状

石川県内の森林面積は約28万haで、県土面積の約69%を占めている。この森林面積は、国・公有林6万ha、私有林22万haとなっている。

さて、本県における複層林の現況は、そのほとんどが私有林に植栽されたアテであり、しかも大部分が択伐林である。アテの造林面積は約1万2千haで、そのうち、複層林の占める正確な面積は把握されていない。

以前は、アテ林といえば圧倒的に択伐林が多かったが、戦後の拡大造林の推進に伴ない相対的に一斉造林が増加したことや、昭和40年代後半からの林業労働力の減少による手入不足から、択伐林が変化し二段林、または単層林に近い林に移行したものがある。さらに、スギ林の下にアテが植栽され、二段林型を呈する林や、択伐林型が崩れたものの、まだ複層林状を残している林など、林型は多様に変化しつつある。

複層林の面積は、これらの要因と、これまでの森林踏査の実績を総合すると、アテ面積の60%程度を占めるものと推定される。

次に、アテ択伐林施業の歴史をみると、アテに関する古文書は極めて少なく、現存する記録からでは、これまで、どのような形で施業がされていたのか詳細には不明であるが、昭和47年刊行の「アテ造林史」（斎藤晃吉編）は、藩政時代には、既にアテ材が利用されていたことを明らかにしている。

また、大正6年刊行の「アテ」（仁瓶平二、辻敬二共編）は、「アテは、従来から林下に挿し木を行なって異齡林を造成し、老木を伐採することにより、異齡林を維持するものが多い。」という意味のことを述べている。

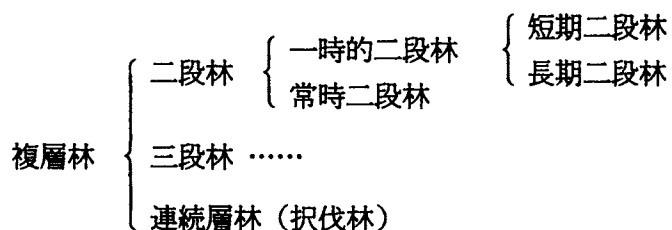
これらを推定すると、明治時代には、既に択伐林施業が行われていたことは明らかであるが、その起源は定かでない。

2 複層林の種類

(1) 複層林の林型

複層林の林型については、定義の項で触れたので、ここでは複層林の種類について述べる。

複層林は、一般的に林冠層で類別される場合が多いことから、ここでも林冠層によって次のように類別する。



このように、林冠層の数で二段林・三段林……連続層林などに区別するが、最も単純な複層林は二段林である。

二段林は、林冠層の重複期間によって、常時二段林と一時的二段林に分けられる。常時二段林は、常に二層の林冠が維持される林であり、一時的二段林は、二段林と一斉林（単層林）の期間を繰り返す林である。

さらに、一時的二段林は、長期二段林と短期二段林に分けられる。長期二段林は、上層木が伐採された後一定の期間が単層林となり、その後、樹下植栽されて再び二段林となるが、大部分の期間は二段林状態を維持する林である。

また、短期二段林は、上層木を伐採する15、6年前に樹下植栽して、一時的に二段林状態を維持する林である。

ただし、伐採の2～3年前に樹下植栽する先行造林は、一般的には複層林として認められていない。こうした先行造林は、昭和40年頃までは、しいたけ原木林や薪炭林にアテを植栽して、数年以内に上層木を伐採する施業として行われていた。

(2) 複層林の樹種構成

樹種構成をみると、単一樹種で構成されている林と、二樹種以上の混交する林がある。単一樹種の場合はアテ-アテが、二樹種以上の場合には、スギ-アテ、スギ-アテ・ヒノキ、アカマツ-アテなどの混交複層林がある。

図-2は、直径階別の本数構成を林相曲線の模式図で表わしたものである。この図では、単層林は一つの山を、二段林は二つの山を示し、択伐林は直径階の低いもの本数が多く、直径階が高くなるにしたがい本数はなだらかに減少している。

3 アテの特性

アテは結実性が極めて低いため、古くから挿し木や取り木などの無性繁殖で増殖されてきた。また、アテは耐陰性が強いといわれ、日陰でも生育する性質を持っている。アテ林業は、この性質を巧みに利用して択伐林施業を可能にしてきた。

アテの初期成長は、スギ、アカマツなどに比較して緩慢ではあるが、10年ほど経過すると年間30~50cmの伸長成長がみられるようになる。

山地に定植後の標準的な生育状況は、図-3により示した。アテの生育は、土壤の良否によっても影響されるがスギほどではない。一つの斜面を想定すると、一般的にはスギは中腹から下部に、アテは中腹から上部に植栽される。土壤型でいえば、スギはB_D~B_E型で、アテはB_D~B_D^(d)型である。

以前、アカマツが造林されていた頃は、尾根筋やその周辺にアカマツが植栽され、アテは、アカマツとスギの間に植栽されていた。これは、適地適木の原則からみても適切な樹種配置である。

また、アテは、スギ・アカマツに比較して浅根性である。冠雪害を受けた林を観察すると、スギの多くが幹折れしているのに、アテは根倒れしている場合が多い。これは幹の強度にも関係するが、浅根性であることも大きな要因である。

次に、収穫予想表から単位面積当りの林分成長量を求めると、図-4（4ページ）に示すとおりである。

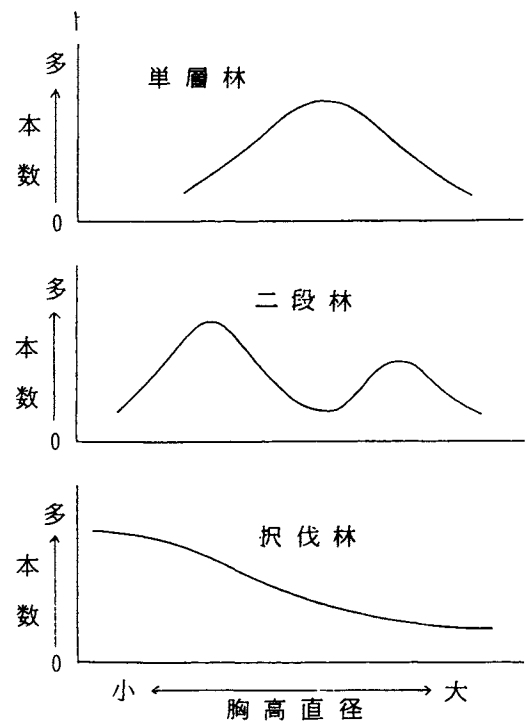


図-2. 林型と林相曲線の模式図

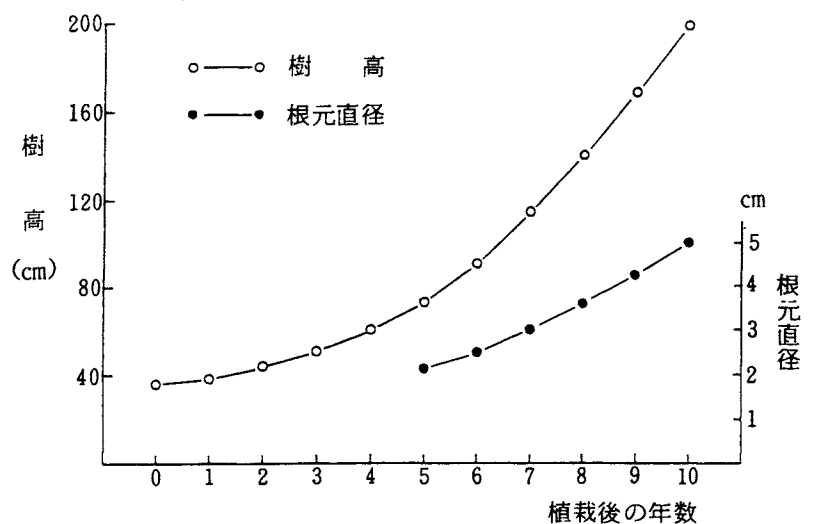


図-3. アテの生育状況
(天然林施業と複層林施業より)

収穫予想表では、アテの地位を1～3に分類し、スギの地位を1～5に分類してあるが、アテとスギを比較する場合は、アテの地位2とスギの地位3～4を対象にするのが妥当であろう。

初期成長の緩慢なアテは、林分成長でもスギに遅れるが、林齢が70～80年に達するとスギとほぼ同等の成長がみられ、その後は、アテの方が優位にあることが推定される。つまり、アテはスギに比較して晩生樹種といえる。

アテには、マアテ・クサアテ・スズアテ（エソアテ）・カナアテ・オオバアテなどの品種がある。これを分布面積から見ると、マアテ・クサアテ・スズアテ・

カナアテ・オオバアテの順となる。また、現在造林されている品種の割合も、マアテ・クサアテ・スズアテの順であり、カナアテ・オオバアテは、ほとんど植栽されていない。

なお、品種間の生育差はあまりないが、マアテ・クサアテがやや良好である。

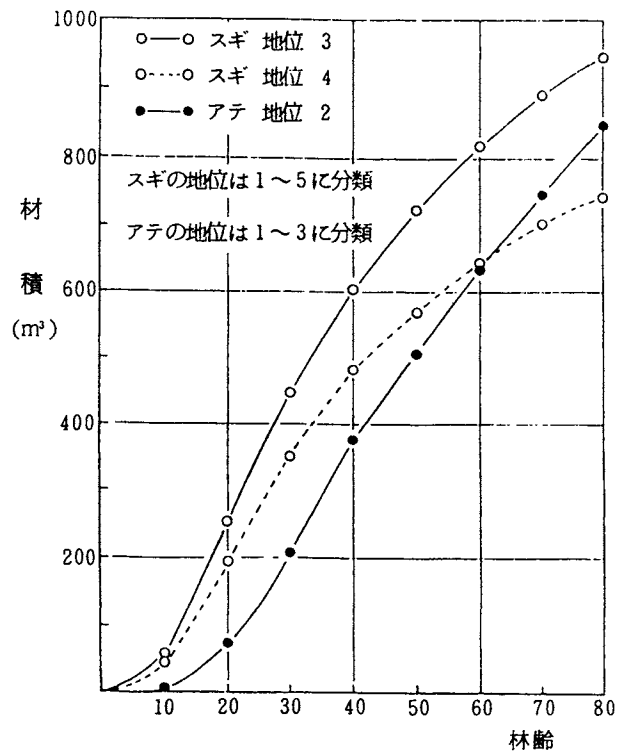


図-4. スギ・アテの林分成長量
(収穫予想表より)

Ⅲ 複層林の利点と経営に必要な条件

1 複層林の利点

(1) 収穫の保続性

皆伐一斉林は、収穫時の収入は多いが、同一林分からは数十年に1回しか収穫できないので、森林の所有規模が比較的零細な場合は、収入は長期間途絶えることになる。

複層林では、1回当たりの収入は少なくとも、数年という短い単位に収穫することができるし、択伐林は、施業の方法によっては毎年収穫することも可能である。

零細農林家の多い能登で、古くからアテの択伐林施業が行なわれてきたのは、アテの特性にもよるが、継続的に収穫できる利点によることが大きい。

(2) 更新時の労働力

単層林を造成する場合は、短期的に、地ごしらえ・植栽・下刈り・倒木起しなど、多くの労働力が必要である。

複層林、わけても択伐林は、伐採した跡に苗を植栽（または直挿し）し、枝打ちする程度

で成林が可能となる。二段林でも、上層木が雑草木を抑制し下刈り作業が軽減される。保育作業のなかで下刈りが軽減できることは、複層林の大きな利点の一つである。また、下刈りを行なう場合でも、日陰作業となり、疲労度は著しく小さいなど保育作業の省力効果があるのが特徴となっている。

(3) 生産量の増大

複層林で適正な施業が行なわれた場合は、高い生産量を期待できるのは、陽光を効率的に利用できるからである。複層林、とりわけ択伐林は、空間を立体的に利用しているため、平面に近い利用の単層林よりも、空間の利用度が高い。

(4) 良質材の生産

材質を評価する場合は、無節性と年輪幅が大きな要素になる。そのため、複層林・単層林とも枝打ちを必要とするが、複層林の場合は、さらに後継樹を育てるための枝打ちや受光伐（ぬき伐り、枝払い）をしなければならない。したがって、複層林から生産される材は無節性が高い。

また、複層林の材は、幼齢時は下層にあるため受光量が少なく成長が抑制され、中心部の年輪は密になる。やがて上層になるにつれて、十分な陽光と空間を得られることから、肥大成長は低下しないで済み、このため密で一定の年輪幅が揃った材を生産することができる。

(5) 地力の維持効果

一斉林は、皆伐直後、雨滴の直撃を受け、地表流下によって表層土が流亡しやすい。

これに対して複層林は、上層木を伐採しても下層木や草木類が存在するため、落葉・落枝による物質循環が絶えず行なわれ、地力の維持効果が期待される。

(6) 生産目標に合った材の収穫

皆伐一斉林施業では、生産目標は単一にならざるを得ない。生産目標にあった径級が最も多い時に、あるいは年平均成長量が最大となる時期に皆伐するが、需要動向のいかんによっては期待した収入が確保されない場合がある。

複層林施業では、一つの林分で複数の生産目標を設定できる。その場合は、それぞれの生産段階で最適径級のものを伐採できる。とくに択伐林施業では、生産目標に達したものから順次伐採できるのは勿論、受光伐及び除伐施業により、足場丸太や磨丸太などに利用することも可能である。また、長伐期施業を行ない、大径材生産を目標とするなど、収穫の弾力化をはかることもできる。

図-5は、アテ単層林の直径階別の本数構成である。このアテ林が、柱材を生産目

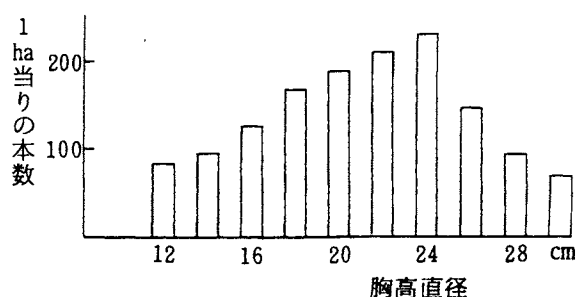


図-5. アテ単層林の直径階別本数構成

標にしていれば直ちに伐採すべきであるが、柱材向きの直径20～24cm以外は材価が低下する。このような場合は、主伐を見合わせ複層林施業を導入するための上層木として育成する。

(7) 気象害の緩和

複層林施業は、上層木の保護効果によって気温等の気象条件が緩和され、干害、雪圧害等の気象災害が回避され、皆伐施業では成林困難であった地域でも更新が可能となる。

平成元年4月29日、石川県内に晩霜が降りて、苗畑や一斉植栽地のアテの新葉（芽）に被害が発生し、成長は2か月ほど停止した。しかし、スギ林内に植栽したアテには、被害は全く現われなかった。これは、複層林が気象緩和の効果を示した一例といえる。

(8) 公益的機能の維持向上

複層林施業は、常に森林が存在するため、森林のもつ公益的機能、すなわち、国土の保全、水源のかん養、生活環境の保全、風致・景観の維持などの諸機能が、中断することなく高度に発揮される。

2 複層林の経営に必要な条件

(1) 集約的施業の実施

皆伐施業では、数十年に1回の収穫・更新の作業が行なわれ、保育作業は更新から下刈りまでのほぼ一定期間、さらに間伐、枝打ち等が一定年数毎に訪れる。

複層林は量的には少ないものの、収穫・更新・保育の作業を常時林分全体について行なう必要があり専門的労働力の確保が必要となる。とくに択伐林では、収穫・保育などの作業について、常に下層木にまで必要な光を与えるぬき伐り、枝打ち等の林冠管理が必要となる。

(2) 適切な施業の継続

適切な施業は単層林でも大切なことであるが、複層林では、より以上に重要なことである。複層林では、林分密度の調整、光環境の改善、収穫の実行などの施業であるが、とくに収穫行為を怠ると林床植生や下層木が枯死し、複層林型が崩れ、表土の流亡にもつながるからである。

以前に択伐林であった林が、適切な施業を怠ったことから下層木が枯損して、単層林に近い林型になったアテ林もみられる。

(3) 複層林施業相応の技術

複層林の場合は単層林に比較して幾分高度な伐採・保育等の技術が必要である。

伐採では下層木に損傷を与えないこと、集材・搬出では残存木に損傷を与えない方法をとる必要がある。また、枝打ちでは良質材を生産する目的以外に、林内へ陽光を入れるため配慮が必要である。

なお、林道、作業道の整備や伐出機械の充実が、こうした高度な技術を実施していく上で不可欠な要素である。

IV 複層林施業の基礎的事項

1 複層林造成の目的

複層林施業をとり入れるときは、何らかの目的を持っている。

能登のアテ林業が、古くから択伐林として経営されてきたのは、複層林の利点の項で述べた、(1)と(2)が主である。零細農林家の多い能登地方では、アテ択伐林の経営が、家計充足の意味を持っていたことからもうなずけよう。

また、現在各方面から複層林の重要性が叫ばれているのは、主として土地生産力の維持効果と、公益的機能の維持向上の二つの面からであろう。これは、複層林の利点の項(5)と(8)にあたる。

複層林が、造成されても目的のない備蓄的な意味での経営であれば、やがてその林は複層林の機能を失なうことになる。アテ択伐林から継続的に収穫していたときは、その機能を十分果していたが、近年になって、収穫行為を怠り択伐林型を崩しているのは、このことを如実に示している。

複層林は適切に経営することによって、その利点が活かされることから、はっきりした目的意識を持って取り組むことが重要である。

2 林内照度（光環境）

(1) 林内照度の調べ方

林内照度を調べる実用的な方法では、⑦照度計を使って、林内と開放地との照度の相対値、即ち、相対照度で示す方法、①林分密度を示す数値で表す方法、⑨植物の生育状態を指標として示す方法などがある。

ア 照度計による測定

相対照度は、照度計で林内・林外の照度を同時に測定して、林外の測定値を100とした場合の林内照度をいう。

照度測定は、晴天日・曇天日のいずれでもよいが、晴天日は林内照度の範囲が大きく、曇天日は小さい。このため、林内照度の測定は、晴天日は無作為に100点位を測る必要がある、曇天日は、林内の明るさが安定しているから10～20点でも十分である。

しかし、下層木の成長に大きく影響するのは、5～8月の晴天日の陽光と考えられるので、この時期の相対照度を測定するのが妥当と思われる。

ただし、曇天日の相対照度は、晴天日のそれよりも一般的に高い値が得られるので、照度を測定した時の条件を記録しておく必要がある。

イ 林分密度を示す数値で表わす方法

林分密度は、立木本数で表わす方法が最も簡単であるが、立木には大小の差があるため本数だけでは意味をなさない。したがって、一般的には収量比較と胸高断面積合計がよく

使われる。

また、収量比数を指標とする場合は、二段林の上層木に限るべきである。収量比数は、もともと単層林の密度管理（間伐の指標）に使われるものであるから、択伐林には利用できない。

間伐後の収量比数と、相対照度の大まかな関係を示すと表-1のとおりである。

表-1. スギ、ヒノキ林の間伐後の収量比数と相対照度 (%)

収量比数	スギ			ヒノキ		
	最低値	最高値	平均	最低値	最高値	平均
0.4	3.5	7.5	5.5	3.2	7.7	5.5
0.5	2.5	6.8	4.7	1.9	6.8	4.4
0.6	1.7	6.0	3.8	1.2	5.9	3.6
0.7	1.2	5.3	3.3	0.8	4.8	2.8
0.8	0.7	4.0	2.3	0.6	3.5	2.1

(安藤、上中、1983年)

この表では、最高値が南向き斜面の傾斜30~35°の値であり、最低値は北向き斜面の傾斜30~35°の値である。相対照度は、同じ林分構成でも斜面方向や傾斜度によって異なるものである。

図-6に示すように、南面は照度が高く北面は低い。また、傾斜では、南面は急になるほど高くなり、北面は急になるほど低くなる。

ウ 植物の生育状況による方法

林床にある草本類は、一般的に幼樹が枯死する以前に消滅するので、草本類が残っている限り林木が枯死することはない。しかし、草本類が著しく薄くなってきたときは、上層木の枝打ちや伐採（受光伐）が必要である。

また、林内の幼樹の年間成長をみて、林内相対照度を推定することもできる。（後述）

(2) 林内の明るさと下層木の成長

林木は、樹種、または品種によつて耐陰性に差はあるが、成長については、明るくなるほど良好な成長を期待できる。

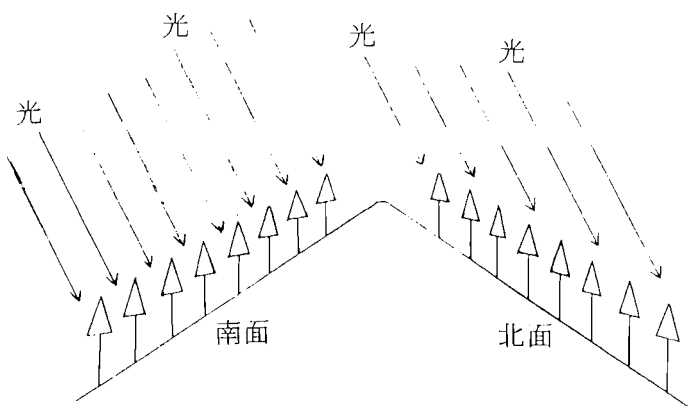


図-6. 斜面方位と陽光を受ける程度

林分面積は南面も北面も同じであるが、南面には陽光が直角に近い角度で当るため、北面より多くの陽光を受けることになる。また、樹体の影は南面では短いが、北面では長くなるため、林内照度は南面が高くなるのがわかる。そして斜面が大きくなればなるほど、南面と北面の照度差は大きくなる。

林内の相対照度が20%未満のときは、明るさと、成長との間に深い相関のあることは、図-7によってうかがえる。

しかし、相対照度が20%以上になると、地位や下刈りの有無など他の要因が影響してくる。逆に、照度が低下して林内が暗くなると、伸長成長・肥大成長ともに衰えるが、樹冠上部の枝葉は相対的に水平方向へ伸びて、樹形は唐傘を広げたようになる。

(3) 幼樹の生存限界の明るさ

林内の幼樹は、林内照度が低下しても放置しておく、やがて生存限界相対照度を迎える。生存限界相対照度以下になると、幼樹の呼吸量が光合成量を上廻るので枯死するが、呼吸に使われる物質が樹体内に蓄積されている間は生存できる。

鉢植えのアテやスギを室内に置くと、やがて成長が止まり、ついに枯死するのはこれと同じ現象である。

アテの生存限界相対照度は、それを正確に求めることは困難であるが、アテ択伐林の調査結果では、幼樹の枯死していた部分の相対照度は0.5~1.0%であった。これから推定すると1.0%か、それよりやや低いところの照度と思われる。しかし、落葉樹林下に植栽したアテは、同じ照度であっても生存するものが多い。それは、春の開葉前と秋の落葉後に多くの照度が得られるためであろう。

スギの生存限界相対照度は、品種によって多少の差はあるが、概ね2~4%といわれている。また、ヒノキのそれはスギよりやや高いといわれている。

次に、アテ択伐林における幼樹の枯死限界を胸高断面積からみると、単位面積当りの胸高断面積の合計が同じであっても、枝打ちの程度、直径階分布の大小により異なっている。

かって、25林分の択伐林を調査したところ、照度不足から下層木の枯死したものが9林分あった。下層木の枯死した林分の胸高断面積合計は、北向き斜面で約50㎡/ha、南向き斜面は約65㎡/haであった。また、直径階分布は、小さいもので2~28cm、大きいもので2~40cmであった。これらの林のうち2林分は十分な枝打ちをされていなかったが、他の林分

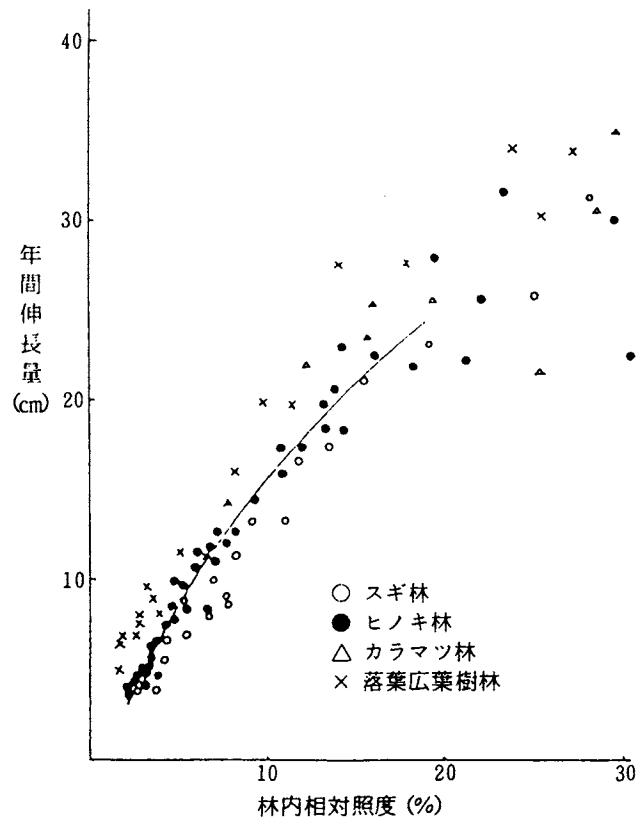


図-7. 林内相対照度とスギ稚樹の年間伸長量 (早稲田, 1983)

はよく枝打ちをされていた。

これらの調査などから考察すると、ha当りの胸高断面積の合計が、北向き斜面では45㎡を、南向き斜面では60㎡を超えると幼樹の枯死が現われ始めるので、注意しなければならない。

また、胸高断面積合計が同じでも、直径階分布の小さい林（平均胸高直径が小さい）は直径階分布の大きい林（平均胸高直径が大きい）より暗いため、幼樹の枯死が早く現われるので注意が必要である。

3 上層木の本数調整

(1) 二段林の本数調整

林分内に幼樹が植栽され二段林が形成された後は、歳月の経過にともない、下層木はより多くの陽光が必要となる。

一方、上層木は多くの陽光を受けて樹冠が成長するため、林内への陽光の流入は次第に減少してくる。そのため、何度か上層木を伐採（受光伐）して、本数を調整する必要がでてくる。

伐採木の選定は、初期段階での除伐にあっては、奇形木や病虫獣害に侵されたものを選ぶが、除間伐の回数が重なるにつれて、正常な立木も伐採の対象になってくる。そのときは、上層木の直径階分布をみて、大きい径級及び小さい径級から間伐木を選ぶのがよい。

二段林は、上層木が目的の径級に達したとき、例えば通し柱であれば、胸高直径の平均が24cmになったとき一度に伐採するので、直径階の分布幅をできるだけ縮めておくことが、経営上有利である。

次に、本数調整の目安は、下層木の成長を基準に林内照度を確保するのが合理的である。この場合、初期のうち、下層木の年間伸長成長が10～20cmあれば十分である。その後、上層木の除間伐を繰り返して下層木の成長を促すことになるが、それでも下層木の年間伸長成長が30cm程度あればよい。

また、二段林施業は、上層木の成長と収穫を重点に行なうべきである。下層木の成長があまりにも良好なのは、それだけ上層木の密度が低いことを意味しており、林分成長の面からみても損失であり、年輪構成の面からも良質材は得られない。

(2) 択伐林の本数調整

択伐林では、二段林のように上層木と下層木の区別が明確でない。しかし、択伐林は利用径級に達したのものから、直ちに本数調整伐の対象にすべきである。この場合の利用径級とは、その林の最終生産目標だけではなく、例えば、最終目標が胸高直径36cmに設定されていても、柱材や足場丸太などに利用できるものは、利用径級として扱うのが適当である。

単層林や二段林の間伐は、樹冠の配置、樹幹の良否などを選木の基準にするが、択伐林で

は収穫に達したものの伐採（利用伐）が第1で、次いで、密度の高いところの立木や、不健全な立木が伐採の対象となる。

択伐林は複層林の一形態ではあるが、本来、伐ることから始まった林であるから、利用伐そのものが林内へ陽光を入れる受光伐になっている。

次に、本数調整の目安は、前項で幼樹の成長を基準にするのが合理的であると述べた。

アテの択伐林では、相対照度が1.0%以下になったとき、または胸高断面積合計が45m²/ha（北向き斜面）～60m²/ha（南向き斜面）になると、下層木に枯死がでてくるので相対照度、胸高断面積を基準にして本数調整すべきである。

4 樹下植栽

樹下植栽は、複層林を維持していくための一般的な手段である。

樹下植栽の本数は、その林の状況、空間の有無、上・中層木の状態などにより、決定するものである。

ただし、二段林の場合その大まかな目安としては、ha当り2,000本前後である。

アテ択伐林の場合は、すでに伏条処理などで更新されているかどうかで、植栽本数に相当の違いはあるが、伐採したところへ2～3本植栽する。

なお、ここで述べた植栽は苗木の植栽を指しているが、林地の状況、樹種・品種などから伏条や直挿しができれば、それらの方法を用いてもよい。

5 複層林の保育

(1) 下刈り

下刈りは、林内の相対照度が20%以下であれば雑草木の繁茂が抑制されるので、その必要はほとんどない。しかし、相対照度の20%は平均値であるから、部分的にそれを超え雑草木が繁茂している場合は、その部分だけを下刈りすればよい。

林家によって、潔癖な下刈りをしている林をみかけるが、これは労働力の損失である。ただし、ススキなどのイネ科植物や、イタドリなど短期間に光環境を変化させる植物には、十分に注意しなければならない。

図-8は、雑草木が背丈ほどに繁茂している択伐林の林分構成である。ha当りの本数は2,170本、胸高断面積の合計は12m²と、あまりにも疎であり、陽光を有効に利用していない林の例である。この林は平坦に近

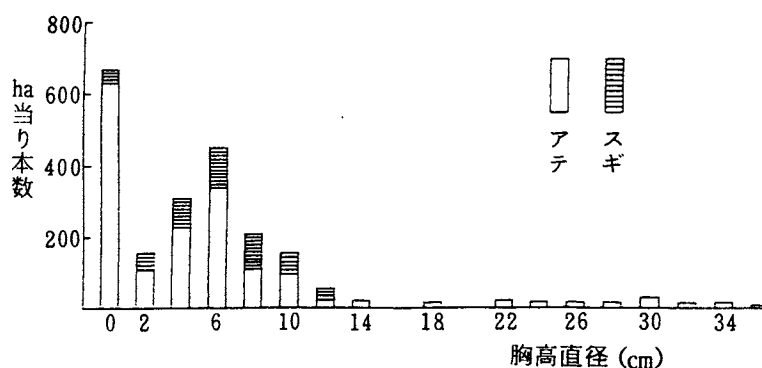


図-8. 林分密度が疎である択伐林の林分構成

い林地であったから、胸高断面積の合計では現在の3倍位は欲しい林である。

複層林施業においては、下刈りを必要とするほど林内を明るくしないことが重要である。それは、複層林の利点である保育作業の軽減にならないばかりか、上層木の生産を低下させていることになる。

(2) 倒木起し（雪起し）

雪による倒伏は、複層林、単層林を問わず発生する雪国特有のものであるが、幼齢期のアテは復元力が強いので、スギよりも被害の発生率は低い。

倒木起しを必要とする期間は、積雪量・地形などによって異なるが、アテの場合は植栽後おおむね10～15年である。ただし、16年生以上の中層木でも、過密になると形状比（樹高÷胸高直径）が大きくなり、倒伏被害が発生するので注意が必要である。

(3) つる切り

複層林内のつるは、林内を必要以上に明るくしない限り、ほとんど発生しない。

しかし、択伐林の造成途上や二段林の上層木を伐採した時期には、しばしばつるが発生するので、林内を見廻ってつる切りをする必要がある。

(4) 枝打ち

枝打ちは、良質材を生産するために欠くことのできない重要な作業である。とくに複層林の枝打ちは、そのほかに林内照度を高めて、後継樹の成長を促すためにも必要である。

また、単層林、複層林に関係なく、生産目標に合った時期で枝打ちすることが大切である。例えば、12cm角の心持柱を目標にした場合は、枝の付いている部分の幹直径が9cm以内で、枝打ちを完了させるべきである。

しかし、林内照度を確保する枝打ちは、生産目標からみて例え時期を逸していても、実行する必要がある。

アテ林では、1回目の枝打ち（すそ枝払いともいう）は樹高が2m程度になった時、伏条に適した枝を1～3本残して実施する。

なお、林内に陽光を入れるために上層木の太い枝を打つ場合は、傷口から変色や腐れが侵入しないよう、ハバキ（枝の付け根の隆起した部分）を残して打つなどの配慮が必要である。

(5) 除伐・本数調整伐

除伐は、病虫獣害の被害木や、雪害木・幹曲り木・二又木などの欠点のある木を、早めに対象として処分することが必要である。

次に、本数調整伐は、単層林における間伐と同じ意味を持っているが、とくに複層林では、この作業を誤まり年輪幅が途中から変化しては、良質材の条件を失うことになる。

年輪構成からみた良質材の条件は、年輪幅が2～3mmであるから、年間の直径成長量が4～6mmになるよう本数管理することが大切である。

二段林では、上層木の本数だけを管理すればよい。それには、標本木を何本か設定して、随時、胸高直径を測定することによって、直径成長量を知ることができる。なお、立木の中には肥大成長の過ぎるものもあるが、それらは枝打ちで抑制する。

択伐林では、二段林とは違い標本木の設定には難しい面もあるが、理想的な林分構成と適当な枝打ちなどによって、年輪構成はほぼ調整される。

択伐林が理想的な林分構成になっているかを知るには、0.1ha程度の標準地を設け、毎木調査を行ない、ha当りに換算して林分構成図を描き、後述の県内複層林事例1～5を参照して判断する。

いずれにしても、暗くなった林は、本数調整伐によるか枝打ちで明るくするか、林況を観察して判断しなければならない。もし、双方とも必要と思った場合は、本数調整伐を先行すべきである。それを枝打ちからすると、林内が明るく感じられて、本数調整伐を省略できるように錯覚するからである。

6 収穫

皆伐一斉林の収穫は、地ごしらえから始まる一連の森林施業体系の最終段階である。

一方、複層林の施業は、最終という区切りはなく、何時も収穫しながら次の段階に向けて循環している。しかも、収穫は林業が業として成り立つための大切な行為であるから、収入の最も多い時期・方法を選択することは、誰でも望むところである。

二段林の収穫は、上層木が一斉林と同様な直径階の広がりを持つので、その林の平均胸高直径が生産目標のそれと等しくなった時に伐採する。

収穫にあたっては毎木調査を行ない、図-5で示したような直径階別の本数分布図を描き、1回で収穫するか、2～3回に分けてするかを検討すべきである。

収穫は、特別な林でない限り、直径階の広がりを調整するため、1回よりも2～3回に分ける方が増収益につながる。

また、下層木にとっては、1回で上層木の全てが伐採されるよりも、2～3回に分けてされる方が肥大成長も徐々に加速することになり、年輪構成からも良質材生産につながることになる。

択伐林の収穫は、生産目標、または利用目的の径級に達したものから順次伐採する。

しかし、市況が悪いことや、当面収入を必要としないことを理由にして、適期に収穫しないで先送りすると、結果的に、利用径級に合わない低価格材の販売を余儀なくされる。しかも、林分構成も変化してくるので、場合によっては枯損を招くことにもなりかねない。

前述のように、択伐林は収穫行為そのものが保育であるから、適期に収穫することを第一義に考え、収穫の先送りはできるだけ避けなければならない。

V 複層林の造成

1 更新の方法

複層林の更新には、伏条・直挿し・苗木植栽の3方法がある。

(1) 伏条

伏条は、アテ特有の更新方法であり、一般的に樹高2～4 mになった造林木を親木にして行なわれ、地際より1 m以内の健全な下枝を地表に伏せ、その上に土をかぶせて発根を促す方法である。

伏条の処理手順は、写真1～3に示した。

造林木が傾斜地にある場合の伏条は、水平方向か、斜面上部の方向に処理するが、平坦に近い林地では、いずれの方向にもできる。

伏条処理をして、2～3年後に発根を見定めて、親木から枝を切り離して独立木とする。独立した伏条苗が2～4 mに達すると、これを親木にして再び伏条処理を行ない、択伐林を維持するか、択伐林へ誘導する。

この伏条苗は、条件がよければ1本の親木から3～5本取れるので、必要に応じて移植することもできる。しかし、一般的には、苗木植栽や直挿しはどこにでも更新できるが、伏条処理は親木に近いところしか更新できない欠点もある。

このような伏条処理は、前述のとおり親木があまり大きくなならないうちにするので、二段林施業にはむかない。

なお、伏条処理は年中実施できるが、4～5月が適期である。

(2) 直挿し

直挿しをする場合は、既に択伐林が形成されている林か、択伐林へ誘導途上のものか、あるいは、二段林の下層木を造成する際の更新方法である。

アテの直挿しは、15・16年生以下の造林木の

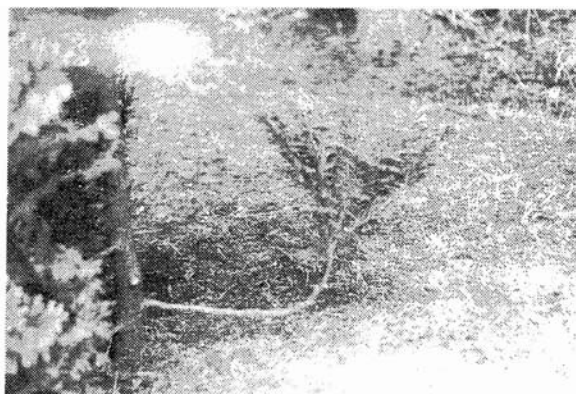


写真-1 伏条しようとする枝の葉を切り除き伏条に適した状態にする

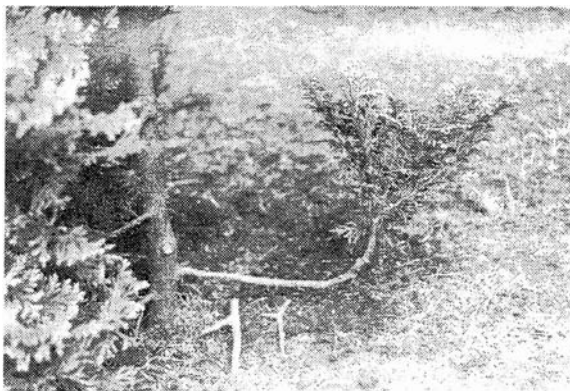


写真-2 枝の下を少し掘り、又木を用意する



写真-3 枝を埋め込み、土をかぶせて又木で押える

枝を採取して、穂づくり後直ちに挿しつけるが、ある程度の日陰でなければ活着しない。また、スギの場合は、発根性の良い品種の10年生以下の若い造林木から採取する。

林地に挿しつける順序は、写真4～6に示すとおりである。

直挿しの際、挿し穂を直接林地に挿し込むと、木口部分の皮がはがれて枯れる恐れがあるので、必ず案内棒で穴を空けてから挿しつける。このほか、鍬で林地を耕やし、土を軟らかくして挿しつける方法もある。

直挿しの適期は4～5月であるが、なるべく早い時期にした方がよい。

(3) 苗木植栽

養成した苗木を、林内の必要な所に植栽して、複層林の更新手段とするのを苗木植栽という。

アテ苗の養成は、結実が少ないため実生苗の養成が困難であることや、伏条苗も量的に制約されることなどから、一般的には挿し木で行われている。挿し木は4～5月の間に、15・16年生以下の形質のよい造林木から30～40cm程度の枝（穂）を採取し、穂づくりして苗畑に挿しつける。

アテの採穂は、アテ自体の萌芽性が極めて弱いので、採穂林の造成は効用が無いため造林木から採取している。

また、アテは初期成長が緩慢なことや、スギと比較して枝葉の着生状態が異なるなどから、造林木の成長を阻害せずに採穂できる本数は、期待するほど多くはない。これを主要な造林品種のマアテ・クサアテを中心に考えると、造林木の大きさにもよるが、1本の木から5本が限度であろう。

なお、二段林の更新は一度でかなりの苗木を必要とするが、択伐林では、収穫後の空間を埋めるだけであるから、林間の適当な日陰地に苗畑を設けると便利である。



写真-4 直挿しする所の落葉や落枝を取り除き、案内棒で穴をつくる



写真-5 挿し穂を穴にいいねにい挿し込む



写真-6 挿しつけた後、挿し穂が動かないように踏みしめる

2 複層林への誘導

複層林へ誘導する場合は、まず、どのような複層林にするか、目標をしっかりと定めて造成しなければならない。それは、ただ慢然と複層林を造成するのでは、林型も定まらず、適切な維持・管理もできないからである。

複層林には、最も単純な二段林と、最も複雑な択伐林がある。三段林・四段林は、二段林と択伐林の中間的なものである。

ここでは、二段林と択伐林に絞って述べることにする。

(1) 短期二段林

ア スギーアテ林型

スギとアテの短期二段林は、一般的には、一斉林のスギを伐採する10～20年ほど前にアテを樹下植栽して造成される。二段林が形成されている年数は一定したものではなく、上層木の利用径級や伐採年数によって変化する。

例えば、上層木のスギを柱材（20～24cm）の利用目的に合わせて伐採するとしたら、その15・16年前にアテを樹下植栽すればよい。

また、胸高直径40数cm以上の大径材に仕立てる場合は、伐採の30年ほど前に樹下植栽するのが賢明である。

それは一般的に林齢が高くなるにつれて、林内空間が大きくなり照度も増してくるので、生産目的以外の林床植物が繁茂し、伐採する15・16年前には、地ごしらえしなければ植栽できなくなるからである。

これに対して、早いうちに樹下植栽をすれば、地ごしらえなどの労力は殆んどかからず、しかも、林内に入る陽光は有効に下層木の成長を促すことになる。

ここで、スギ大径材生産を目標にした上層木の林内に、アテを樹下植栽した林の構成を図-9に示した。

この林は、明治20年頃に植栽した約100年生のスギ林で、植栽後は一斉林施業をしてきたが、昭和30年頃にア

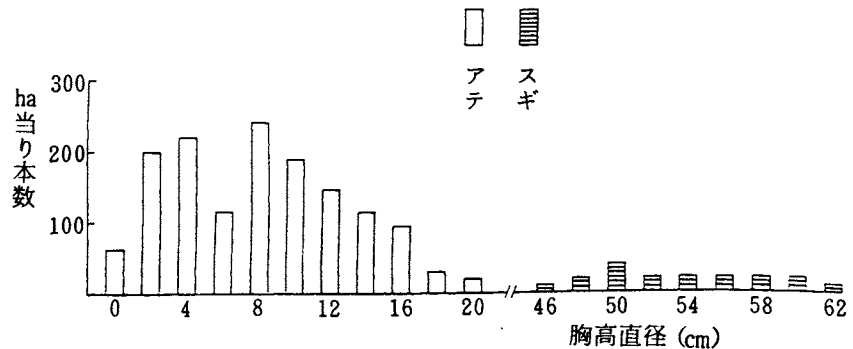


図-9. スギーアテ二段林の林分構成(その1)

テを樹下植栽して二段林にしたものである。その後、数年前に主に径級の大きいもの（現立木）を残して、半分以上のスギを伐採した。

樹下植栽したアテが、ほぼ順調な生育をしているのは、数年前にスギの大半を伐採したことが良い影響をもたらしている。

次に、アテとスギを同時に植栽した林の構成を図-10に示した。この林は、昭和42年、石川県林業試験場の輪島試験林内において、初期成長の遅いアテ林から早く収入を上げることがを目的に、スギ1、アテ2の混交割合で造成したものである。植栽後10年頃から二段林の形態がみられるようになり、スギが

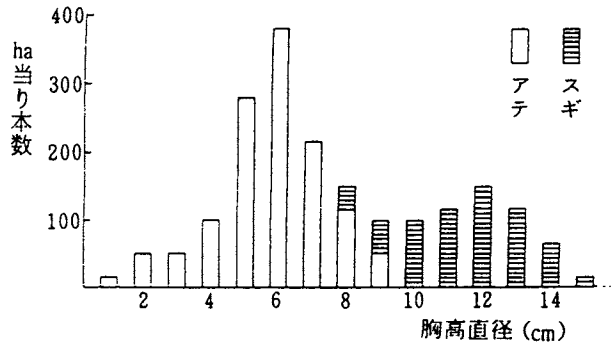


図-10. スギーアテ二段林の林分構成(その2)

柱材に利用される約20年後までは、二段林が形成されたまま推移する。

このように、スギーアテの二段林を造成する場合は、スギの単層林内にアテを植栽する方法と、スギ・アテを同時植栽する方法とがある。

ちなみに、スギの生育はアテより多くの陽光を必要とするため、アテの樹下にスギを植栽しても、そのスギの生育は期待できない。したがって、上層木のスギを伐採した後は、アテの単層林にするか、複層林に導くかは、その時の林況によって判断しなければならない。

イ アテーアテ林型

図-11及び図-27(30ページ)のアテーアテ林型短期二段林施業体系図は、短期二段林の施業を循環して実施する模式図、施業体系図である。この図は、上層木を伐採する10~20年前にアテを樹下植栽した後、上層木を伐採して次に樹下植栽するまでの間は、単層林となる。

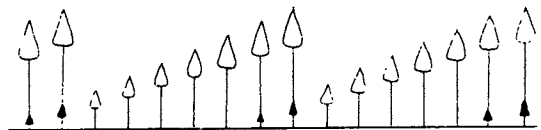


図-11. 短期二段林の模式図

短期二段林は、一般的に複層林の期間が単層林の期間より短い。そのため、上層木を伐採した時、つまり、単層林になった時には下刈りを必要としない程度に、下層木を成長させることが大切である。

次に図-12は、アテーアテの短期二段林造成を目的として樹下植栽した林の構成を示したもので、一部にスギが混在しているのは、植栽時に既にあったものか、付近から飛散した種子が成木になったものである。また、胸高直径2~6cmのアテは、伏条によって増えたものである。

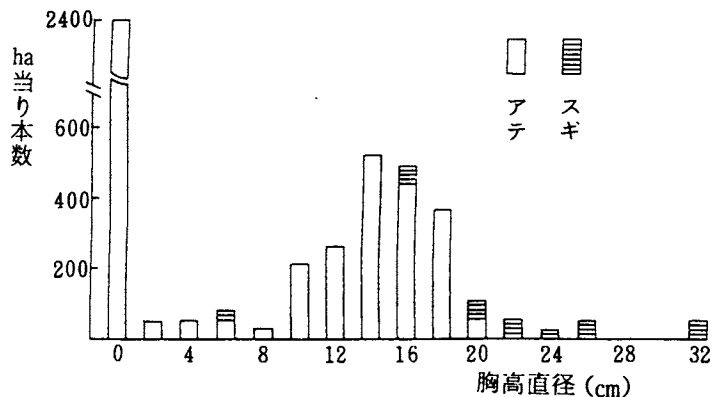


図-12. アテーアテ二段林の林分構成

この林の上層木は、昭和30年頃に植栽した30余年生のアテで、ha当りの本数は約2,200本、胸高断面積合計は42㎡であるが、

北向き斜面にあるため、幼樹の成長にとっては十分な照度でない。そのため、20cm以上の利用径級ものは早急に伐採し、その後、柱材を目標にして5～20年の間に2～3回に分けて伐採すれば、収入の面からも、下層木の成長からも理想的といえる。

スギ・スギの短期二段林施業を行なう場合は、図-11の模式図と同様である。ただし、スギの場合は、アテより少し多くの陽光を林内へ入れる配慮が必要である。

ウ アカマツ-アテ林型

天然生のアカマツ林内にアテを植栽した林の構成を、図-13に示した。

アカマツのha当り本数は371本、胸高断面積合計は21㎡で、平均胸高直径は26cm強である。また、枝張りは水平方向に大きく広がり、枝下高も3～5 m程度で、下層木のアテの一部に成長障害が現われている。

このアテを健全に成長させるためには、直ちにアカマツの間伐を行ない、残存木についても枝打ちを実施する必要がある。この林の遠景を写真-7に示した。

図-13. アカマツ-アテ二段林の林分構成



写真-7 アカマツ-アテ二段林の遠景

エ アカマツ-スギ林型

アカマツ林の下にスギを植栽した林の構成を示すと、図-14のとおりである。

上層木のアカマツのha当り本数は126本、胸高断面積合計は11㎡で、平均胸高直径は34cmである。また、樹高は15～17m、枝下高は7～9 mである。

下層木のスギは、数年前に植栽して現在平均樹高が約2 mになっており、空間的にも、光環境からも、樹下植栽に適した林である。

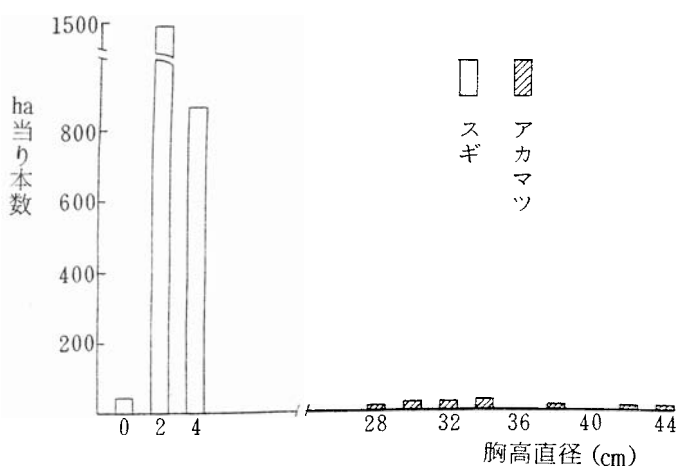


図-14. アカマツ-スギ二段林の林分構成

しかし、適地適木の原則からすると、アカマツ林の下にスギを植栽するのは決して良策ではないし、むしろ、アテの方が適していることはいうまでもない。

ただし、この林の土壌はB₀(d)型が多いことから、スギの成林も不可能ではない。

この林相は、写真-8に示した。



写真-8 アカマツ・スギ二段林

オ 総括

前々項ウで述べたアテを樹下植栽したアカマツ林と、前項エで述べたスギを樹下植栽したアカマツ林を比較すると、アテを植栽したアカマツ林は、立木本数も多く樹冠が低いため、下層木の成長は物理的に抑制されはじめているし、光環境もそれほど良好ではない。

一方、スギを植栽したアカマツ林は、樹高・枝下高ともに大きく、空間的にも、光環境的にも、二段林の造成に適した林である。

これらのことから、二段林を造成する際には、スギ、またはアテが上層木となる場合は、樹冠型が一定しており、枝打ちによっても比較的容易に光環境を改善することができる。

しかし、アカマツが上層木になる場合は、上層木と下層木の直径に相当の差があっても、樹冠の広がりや枝下高等をよく観察して実行に移さなければならない。それは、アカマツの除間伐や枝打ちが、スギ・アテに比較して困難を伴うからである。

(2) 常時二段林および長期二段林

常時二段林施業を循環して実施する模式図を、図-15に示した。

この二段林の上層木を伐採する時点では、下層木も相当成長しているのので、伐採と同時に林内更新を行なう。すると、今まで二段林の下層木であったものが上層木となり、二段林を形成することになる。

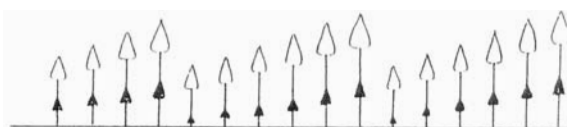


図-15. 常時二段林の模式図

この二段林が何十年かを経過して、上層木が利用径級に達すると、再び伐採して林内更新することにより、常時二段林を維持するのである。

これに対して、図-16に示した模式図のように、上層木の伐採後、単層林としての短い期間を置き、その後、林内更新して二段林を形成するのが長期二段林である。この場合、二段林の期間が単層林の期間より相当長くなるので、長期二段林という。

図-16. 長期二段林の模式図

常時二段林、または長期二段林を造成する場合は、樹種構成に、スギ・スギ、アテ・アテ、スギ・アテの組み合わせが考えられる。

ただし、スギ・アテの組み合わせは一代限りとなり、新たにスギ・アテ二段林へ誘導する施業体系図を示すと図-28 (31ページ) のとおりとなる。

したがって、常時二段林、または長期二段林施業を循環して行なう場合は、スギ・スギ、またはアテ・アテの同一樹種に限るのが一般的である。なお、スギからアテへの樹種変更は容易にできる。

常時二段林と長期二段林を比較すると、上層木の伐採後直ちに林内植栽をするか、短い期間を置いて植栽するかだけの違いで、施業そのものには殆んど変わりはない。

短期二段林の場合は、上層木を伐採する10～20年前に樹下植栽して、その後上層木を伐採した時には、下刈りを必要としない程度に下層木が成長していればよい。

しかし、常時二段林では、上層木を伐採した時、今までの下層木が上層木になり、直ちに樹下植栽できるほどに成長していなければならない。長期二段林も、ほぼこれに類似した状況にあることが要求される。

このことは、常時二段林や長期二段林の経営にあたっては、上層木の成長は勿論のこと、次期二段林（現在の層木を伐採した後）の形態を考慮して、下層木の成長にも留意しなければならない。これは、下層木の幼樹の時代は、それほどの照度を必要としないが、成長するに従いより多くの明るさを要求するので、上層木の除間伐や枝打ちを適正に行ない、下層木の林冠がほぼ一つの層をなして成長するよう、誘導しなければならない。

常時二段林や長期二段林は、ここで適切な施業を怠ると下層木の成長に優劣ができ、一つの林冠層にならないばかりか、下層木だけで二段・三段となり、目標とする二段林型を維持できなくなる。このことから分かるように、常時二段林や長期二段林は、その維持・管理に相当の手数が必要である。

択伐林については詳しく後述するが、施業自体は、伐採してできた跡に何本かを植栽すればよいのであるから、技術的には常時二段林や長期二段林の方が、より高い技術が必要とされている。しかし、これらの二段林は、その割に複層林としての利点が少ないこともあって、従来から、県内では択伐林や短期二段林施業が行われてきた。

(3) 択伐林

択伐林とは、今直ぐ利用できる立木から植栽したばかりの幼樹まで、大小さまざまな立木が入り混っている林であり、その施業は、主間伐の区別がなく、林内の利用できる大きさ（利用径級）に達したのから抜き伐りし、その跡に苗木を植栽するなどして、択伐林を維持していくものである。

次に、新たに択伐林を造成する場合の造林方法と、単層林から誘導する方法について述べる。

ア 新たに択伐林を造成する方法

(ア) 皆伐跡地に、スギ・アテを同時に植栽する。その割合は1 : 1か、ややスギを多くする。その後、枯損や除伐で林地に空間ができた所にはアテを補植する。1回目のスギの枝打ちとほぼ同じ時期に、アテの伏条処理をする。

アテとスギを混植するのは、アテより成長の早いスギを植栽することによって、早く収入を得ることが主な目的である。

現在、最も多く採用されているのはこの方法である。

(イ) 皆伐跡地に、スギをやや疎に植栽し、1回目の枝打ち時期にアテを植栽する。その間、スギの枯損した跡や除伐跡にもアテを植栽する。

スギを主伐した後は、ほぼ択伐林型になっている。

(ウ) 皆伐跡地に、アテを植栽し、成林状況をみながら伏条処理や苗木植栽などにより、択伐林へ誘導する。

この方法は、従来殆んどみられなかったが、労働力の不足から単層林的施業が徐々に増えてきた昭和40年代に始められた。

なお、この方法を採用するには、後継樹が成長するにしたがい、最初に植栽した主林木を順次伐採していくことが大切である。

(エ) 雑木林の下層植生を刈り払うか坪刈りをして、アテの直挿しまたは苗木を植栽し、数年のうちに上層木を伐採する。以後は、成林状況に合わせて、伏条処理・直挿しなどで択伐林へ誘導する。

この方法は、上層木をしいたけ原木、薪炭材などに利用できることから、昭和30年代までは多く行なわれていたが、現在はあまりみられない。施業形態からは、先行造林の一形態でもある。

ここに示した方法は、あくまでも基本形であって、実際には、これに類似した多くの方法が行なわれている。

いずれの方法を採用するにしても、ha当り2,000~2,500本の苗木を植栽している。

イ 単層林から択伐林へ誘導する方法

利用径級に達した単層林から択伐林へ誘導する方法を次に述べる。

単層林における直径階の分布は、図-5 (5ページ) に示したようになり広いため、一度に伐採するよりも何回かに分けて収穫する方が、収入の増加につながることは前述のとおりである。図-17 (22ページ) の単層林でも同じことがいえる。

そこで、単層林のうち利用径級に達している約1/3を伐採し、その跡地へ図-18 (22ペー

ジ)のようにアテの苗木を植栽する。その後10年ほど経過すると、次の径級のもが利用径級に達してくるので、図-19に示すとおり、残存上層木の約1/2を2回目として伐採する。

伐採跡地には、前と同様に苗木を植栽するが、1回目の伐採跡に植栽したアテ苗は相当生長しているので、時期をみて伏条処理を行なう。

その後、再び10年ほど経過して、残存の上層木が利用径級に達した時、図-20に示すとおりに伐採して、その跡に苗木を植栽する。

また、2回目の伐採跡に植栽した苗木や、前回伏条処理した苗木の状態をみて、可能なものは伏条処理する。この段階で択伐林型に近い林が形成されるが、その後は成林状況をみながら、直挿し・除伐・枝打ちなどの施業を続けて択伐林へ導く。

択伐林では、後継樹、とくに幼樹の生育にとっては、上層木の伐採回数が多く間隔の短い方が理想的である。

しかし、重要なことは、後継樹の育成(この場合は択伐林への誘導)よりも、上層木からの収穫を第一義に考えて施業すべきである。幾ら立派な択伐林へ誘導しても、上層木からの収入が相応のものでなければ、林業として成り立たないからである。

ともあれ、単層林から択伐林に誘導するにあたって上層木を伐採する時は、直径階分布や地理級をみて、伐採回数・

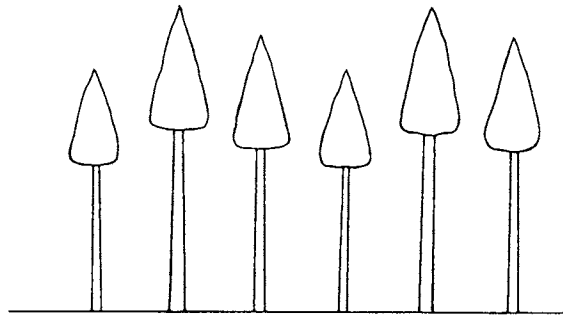


図-17. 単層林から択伐林への誘導模式図 (その1)

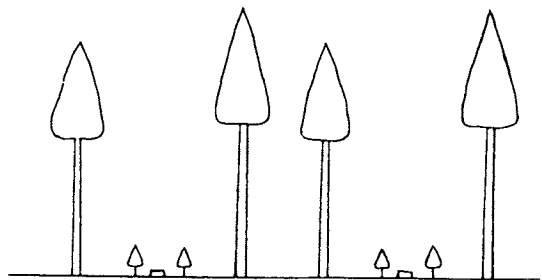


図-18. 単層林から択伐林への誘導模式図 (その2)
当年、上木の約1/3伐採、植栽

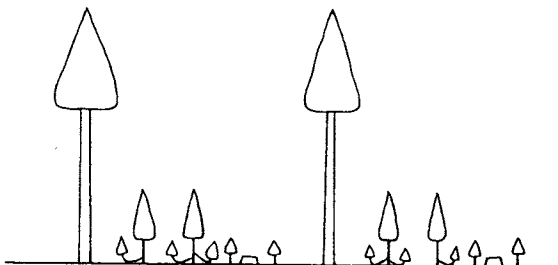


図-19. 単層林から択伐林への誘導模式図 (その3)
約10年後、残りの上木1/2伐採、植栽、時期をみて伏条



図-20. 単層林から択伐林への誘導模式図 (その4)
約20年後、上木すべて伐採、植栽、時期をみて伏条

間隔（年数）を決定したうえで実施することが大切である。

ここでは、単層林を $\frac{1}{3}$ づつ3回に分けて約10年間で伐採することにして、これを模式図として示したものであるから、実際には、現実林分に見合った方法を採用すべきである。

例えば、車道に近い林であれば、数年間隔で4～5回に分けて伐採できるし、遠い林では、収穫回数を減らして間隔を長くすることも考えられる。

さて、これまでは伐期に近い単層林を択伐林へ誘導する方法を述べたが、次に、下刈り作業の域をほぼ脱した若齢の単層林から択伐林へ誘導する方法について触れていく。

造林木は、この頃から成長に優劣の差が現われはじめ、病虫獣害に侵されるものもでてくる。それらの不良木は早期に除伐の対象となるから、その跡に苗木を植栽する。また、風雪害や間伐・利用伐で空間ができれば、そこへも植栽する。

このように、空間ができる都度植栽を続けるうちに、択伐林が形成されていく。

その昔、林家の多くは、初めから択伐林を意識して造成したものではなく、アテが日陰に耐える性質を利用して植栽や伏条などを行っているうちに、極く自然に、択伐林が形成されたものと思われる。

なお、ここでは、単層林を構成する樹種を特定しなかったが、それがスギでもアテでも、施業そのものに基本的な変りはない。

ウ 混交択伐林の造成

択伐林の造成については、アテを中心に述べてきたが、現実の林分を調査すると、殆どどの林にスギが10%前後混っている。択伐林でも、単一樹種より二樹種混交の方が、森林の公益的機能を高め、病虫害まん延の抑止効果を発揮できる。

なお、二段林の造成の項で、アテ樹下にスギの植栽は困難であると述べたが、択伐林では、二段林と違って最初からそれに見合った施業、例えば、比較的明るい所にスギを植栽し、その後も、アテより明るくする手だてをすれば、スギとの混交択伐林の造成は十分可能である。

VI 県内複層林の事例

二段林については、さきにスギーアテ、アカマツーアテ、アカマツースギ、アテーアテの組み合わせを述べたので、ここでは択伐林を主体に紹介する。

事例－1 アテ択伐林（珠洲市）

この林の構成は図－21に示すとおりで、ha当りの立木本数は5,267本、胸高断面積合計は40.1㎡である。

森林経営に熱心な所有者は、良質材生産を目指して適切に枝打ちを行ってきた。また、目

標とする柱材生産の択伐を続け、その跡には直挿しや伏条による更新が実行されている。

林分構成をみると、8 cm以下の立木本数が多過ぎ、このまま放置すれば近いうちに幼樹が枯損するので、本数調整伐が必要である。

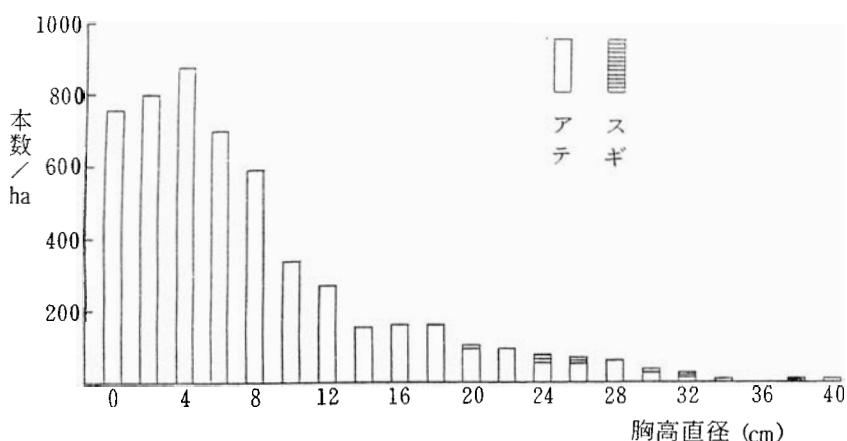


図-21. 林分構成 (珠洲市)

現在、中・小丸太の需要が減少している状況を踏まえ、今後は本数調整伐の要らない程度に、幼樹の本数を加減すべきである。

事例-2 アテ択伐林 (輪島市)

林分構成は図-22に示すとおりで、ha当りの立木本数は5,241本、胸高断面積合計は41.7㎡である。

この林の経営者は、以前から優れた技術者に施業を依頼して、大径材生産と柱材生産に分けて実施している。またこの林は柱材生産の典型的な択伐林で、調査時に伐採していたこともあって、伐採量などを把握することができた。

伐採本数は316本、伐採本数率は6%、材積は99㎡で、全蓄積の35%であった。一見、伐採率は高いように感じるが、利用径級や林分構成からみて妥当なところである。

林分構成では、胸高直径4 cmの立木がやや多いものの、択伐林としては模範的林型である。林相を写真-9に示す。

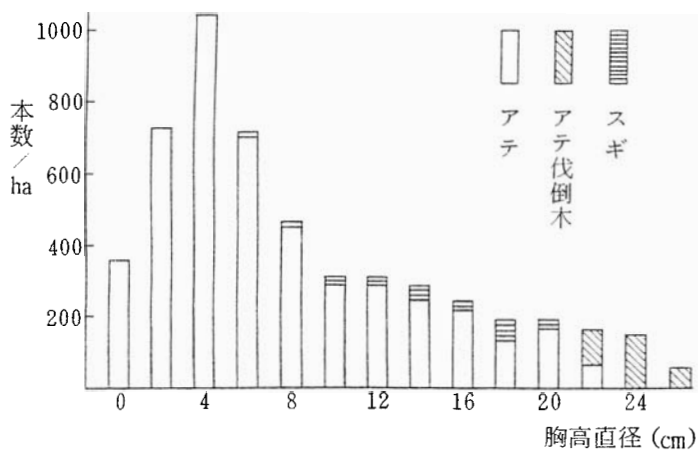


図-22. 林分構成 (輪島市)

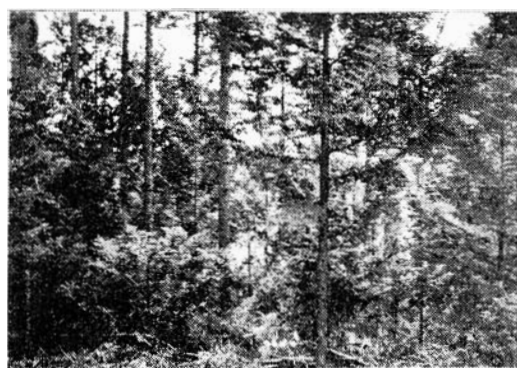


写真-9 柱材生産を目標とした択伐林 (輪島市)

事例-3 アテ択伐林 (輪島市)

林分構成は図-23のとおりで、ha当りの立木本数は4,161本、胸高断面積合計は66.4㎡で

ある。

この林は大面積所有林家で、戦時中に購入して以来、利用径級に達したのから順次択伐していた。しかし、昭和30年代から40年代前半にかけて、経営の力点を拡大造林に置いたことから、相対的に保育面がおろそかになってきた。

この林も、ここ15,6年間は保育も伐採もしないため、林内は暗く立木に枯枝が目立ち、下層木の多くは枯損している。

今、この林で実施すべきことは、直ちに胸高直径30cm以上の立木を利用伐採するとともに、残存立木については枝打ちを行ない、林内を明るくすることが必要である。

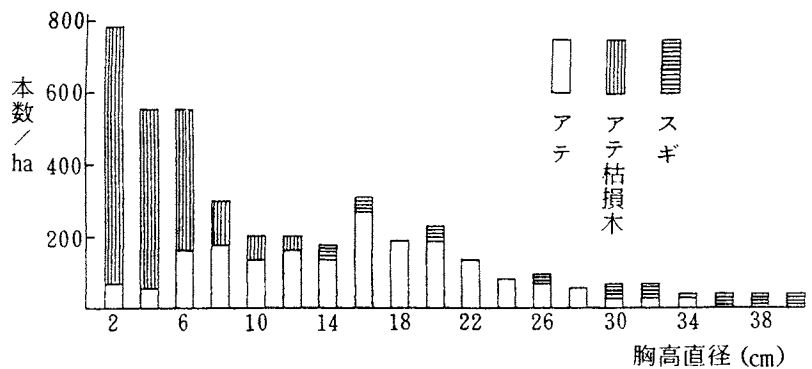


図-23. 林分構成(輪島市)

事例-4 アテ択伐林(穴水町)

林分構成は図-24のとおりで、ha当りの立木本数は3,124本、胸高断面積合計は41.4㎡である。

この林は、以前にはスギ・アテが混交していたが、冠雪害でスギが全滅に近い被害を受け、その跡にアテを植栽して現在の林を造成したものである。

本数構成からは理想的な択伐林といえないが、利用径級(24cm以上)に達している立木を適宜伐採していくことで解決できる。

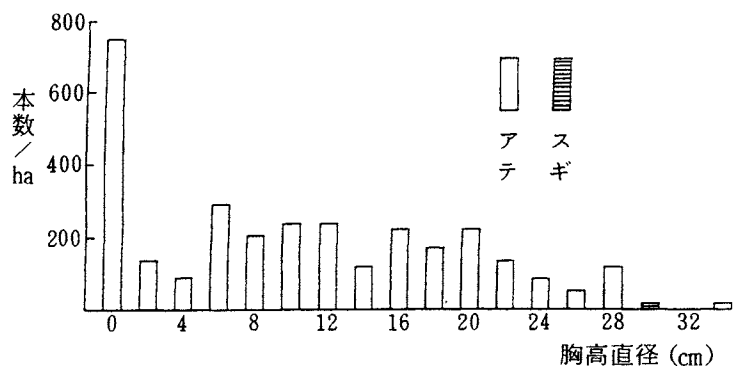


図-24. 林分構成(穴水町)

事例-5 アテ択伐林(門前町)

林分構成は図-25に示すとおりで、ha当りの立木本数は5,470本、胸高断面積合計は32.4㎡である。

この林は、択伐林経営に興味を持つ所有者が、常に径級の大きいものから伐採して、その跡には必ず苗木を植栽している。

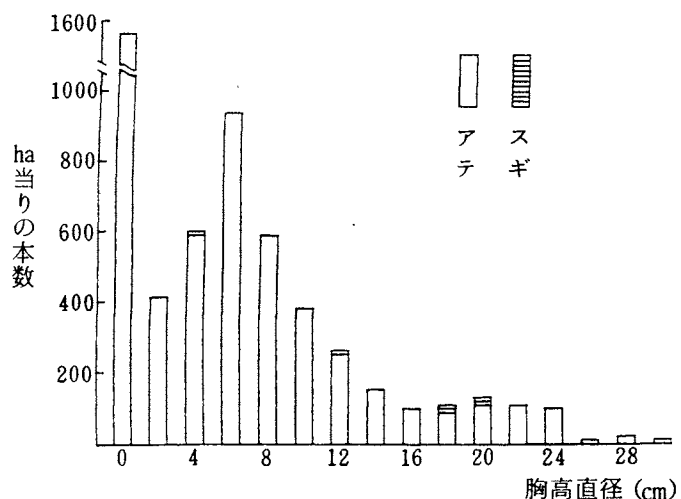


図-25. アテ択伐林(門前町)

この方法は、先代の経営者から引き継いだもので、意識的に択伐林を造成したのではなく、施業そのものが自然に択伐林へ導いたものである。

林分構成からは、伐期に近い立木が少なく、全般的に小径木が多いので、今後は、胸高直径16cm以上の立木をやや増して、8cm以下の立木を400~600本に調整すればよい。

事例-6 スギ・アテ
(ヒノキ) 混交複層
林 (加賀市)

本
数 200
/ ha

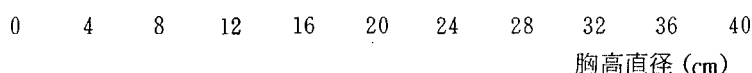


図-26. 林分構成 (加賀市)

林分構成は図-26

に示すとおりで、ha当りの立木本数は1,563本、胸高断面積合計は36.1㎡である。林相を写真-10に示す。

この林の所有者は、ほかに仕事を持ちながら、休日を利用して4~5haの森林を経営している。

上層木は、先代が植栽した60余年生のスギで、下層木は、現所有者がスギの林下にアテを直挿ししたもので、二段林的様相を呈している。



写真-10 二段林的色彩の強い択伐林 (加賀市)

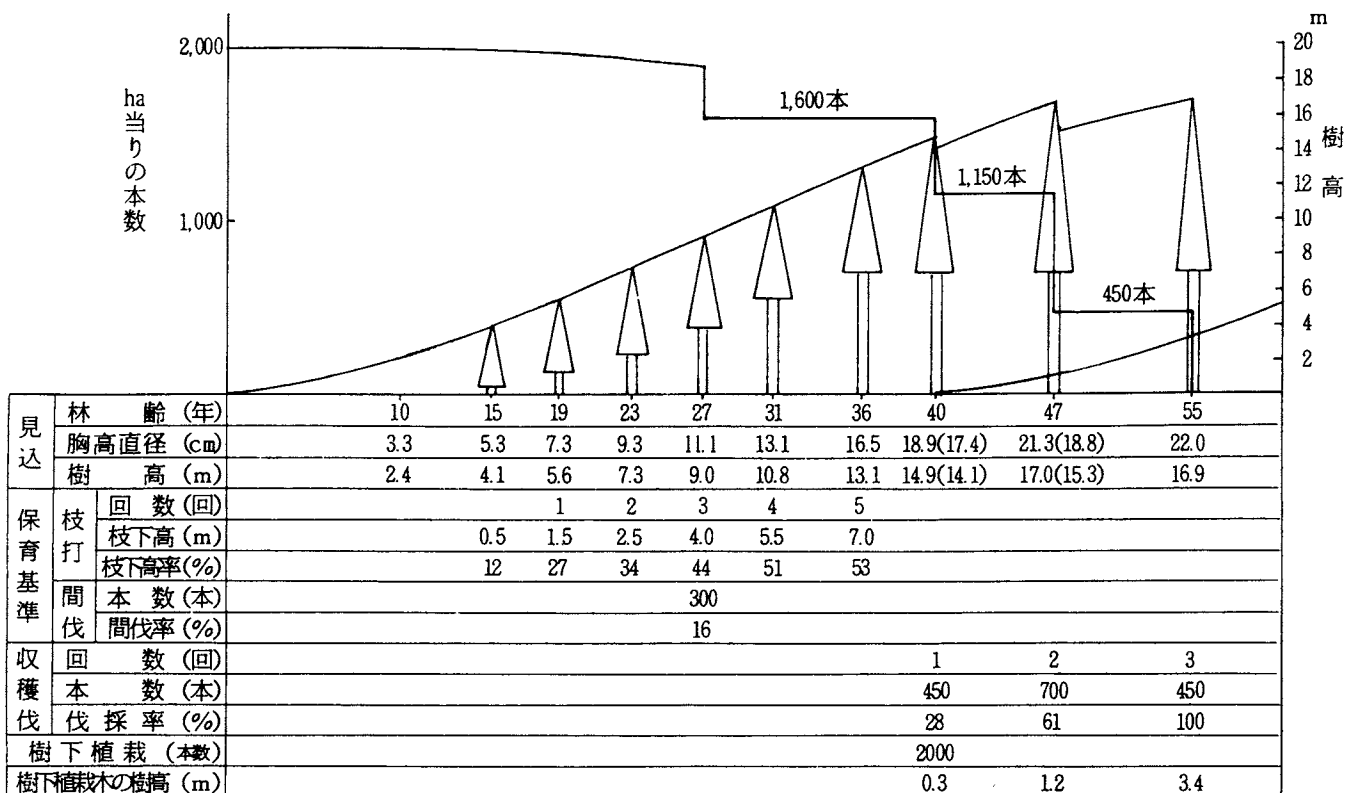
択伐林の事例を幾つか見てきたが、それらの林分構成は様々である。

択伐林の構成は、径級の小さい立木の本数が多く、径級が大きくなるにつれて、本数は徐々に減少するのが理想である。径級と本数の関係は、林相曲線 (3ページ) に示したとおりである。これは理想型であるから、途中で多少の凹凸があっても、全体としてその傾向が現れていればよいわけである。これを無理に理想の曲線に近づけようとしても、労多くして得ることは少ない。

幼樹や径級の小さい立木の本数を多くするのは、伐倒木の下敷や雪害、病虫獣害による枯損の危険が多いためである。しかし、むやみに幼樹を多くする必要はない。伐採する径級 (生産目標) の大きさや被害木出現の程度にもよるが、伐期に近い本数の2~4倍もあれば十分である。

必要以上に幼樹や小径木を多くすると、それらが成長した時、幼樹の光環境を悪化し、枯損させるからである。

図-27. アテ-アテ林型短期二段林施業体系図



- ① 柱材生産のための枝打ち、間伐は、施業体系図に示すとおり、36年生頃までにはほぼ完了させる。これは平均的にみたものであるから、成長の良好なものはそれ以前に完了し、逆に成長の悪いものはそれより遅れることは当然である。
- ② 40年生で、平均胸高直径は18.9cmと予測されるが、直径階の広がりには図-Aに示すとおり、12~26cmまでである。そこで、柱材に利用可能な径級のものを450本を伐採する。伐採は径級の大きいものを対象にするので、伐採直後は平均、平均胸高直径、平均樹高とも小さくなる。()内の数字は伐採直後の数字である。また、伐採直後にアテ2000本を樹下植栽する。
- ③ 次に、7年後には平均胸高直径が21.3cmになると予測され、この時点で径級の大きいもの700本を伐採し、柱材として利用する。この間に樹下植栽したアテ下木は樹高1mほどに成長しているが、ここで700本伐採したため、以後は陽光を多く受けることになり、成長はより良好となる。
- ④ 最後に残った450本は、2回目の伐採から8年後には平均胸高直径が22cmになると予測されるので伐採する。この時点で15年前に植栽したアテは3m以上になっており、下刈りは殆んど不要となる。これ以後は作業体系図に示すとおり、枝打ち、間伐を実施すればよい。

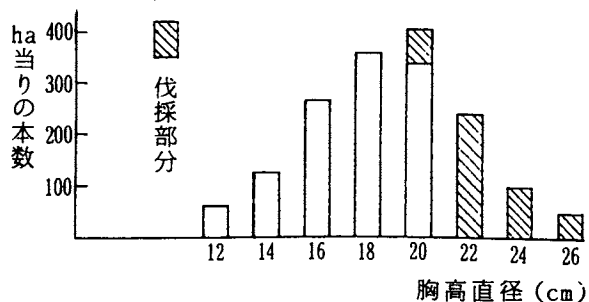
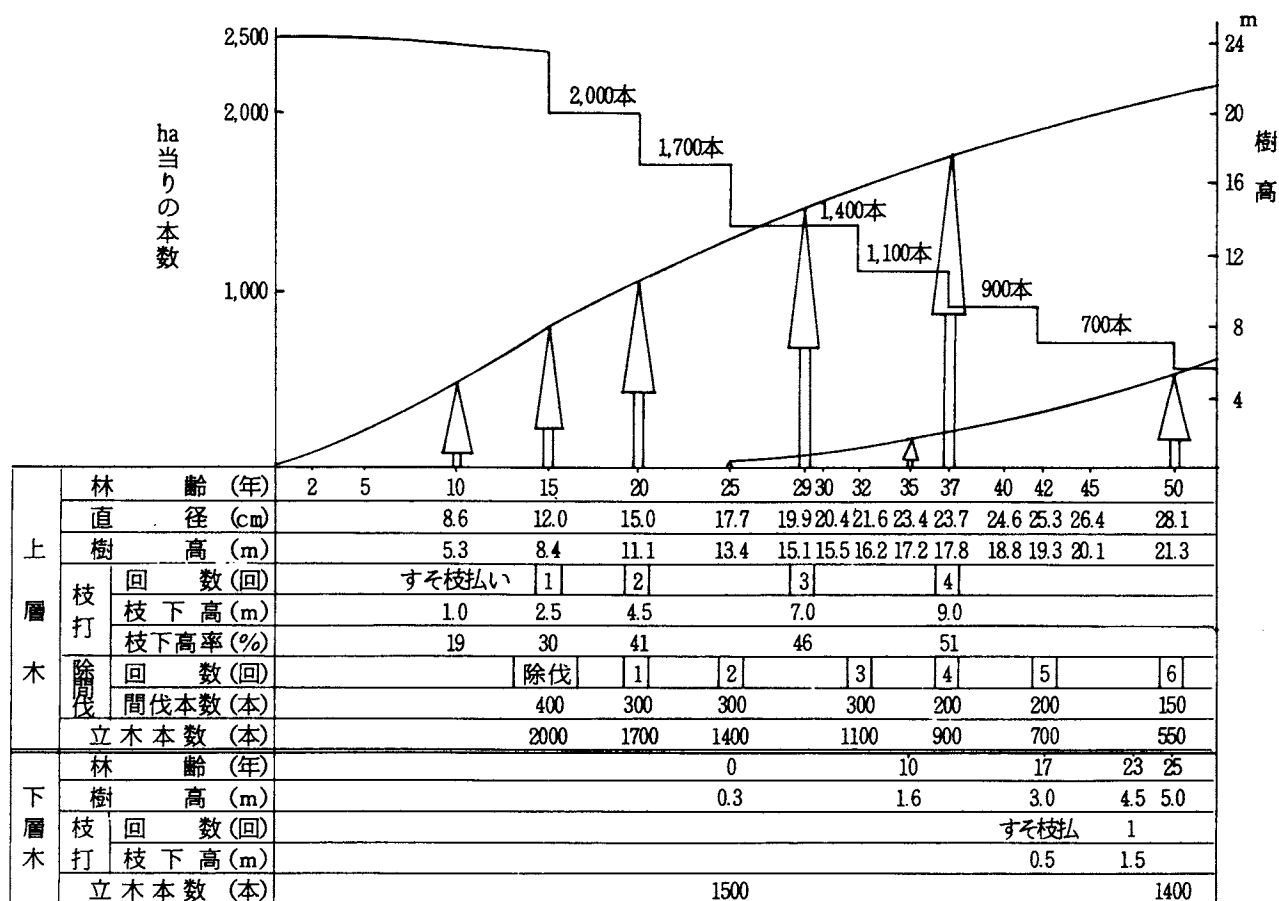


図-A 40年生一斉林の直径階別本数分布

図-28. スギ-アテ林型二段林施業体系図



- ① 良質材生産のための枝打ちは体系図に示すとおり、4回に分けて実施する。25年で平均胸高直径は18cm弱になるので、その時点で第2回目の間伐を行い、ただちにアテを1500本樹下植栽する。
- ② 第3回～第5回の間伐では主に柱材が採材できるものを対象に実施するが、その間伐が林内に陽光を入れ、下層木であるアテの成長を促すことになる。
- ③ スギは50年で、胸高直径約28cmとなり、その時点で皆伐するが、多くは一般材として、一部は良材として取引されることになる。また下層木のアテは5m程度に達しているので、下刈りの域は完全に脱している。以後は、アテ-アテ林型短期二段林施業体系図に準じて施業すればよい。
- ④ ところで、今まで保育してきたスギをこの時点で皆伐することは決して良策ではない。そこで、間伐収穫をくり返しながら、30～40年後に良質材としての価値が現われる径級(30数cm以上に達してから皆伐する方法もある。ただし、この場合はスギ-アテの長期二段林施業となるので、この時点で150本程度の間伐を実施し平均胸高直径が32.3cmになった時点で、再び100本程度の間伐が必要となる。また、林内に陽光を入れるための枝打ちも樹高の1/2を目安に適宜実施する必要がある。

(注) どちらの方法を選ぶかは、林の状況を考慮して決めるべきである。

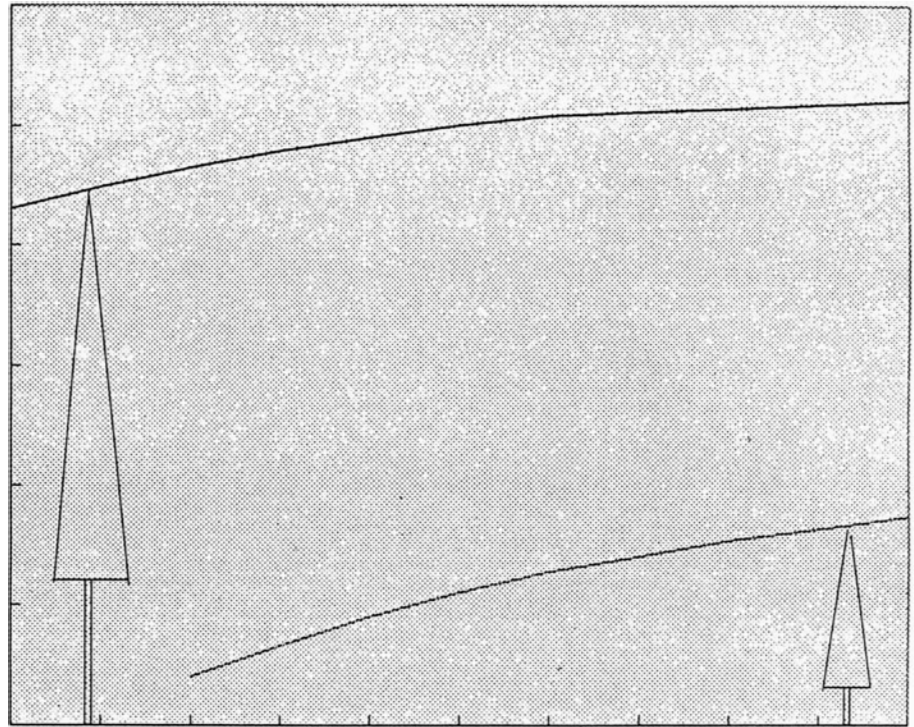
資 料

複層林等資源予測表作成調査報告書 要約

スギアテ長期二段林

県林試 造林科

- ※ 林内照度は間伐のみで調整すると仮定
- ※ 照度と下木の成長の関係は中野（1978）より推定



上木 林齢 (年)	50								
本数(本/ha)	921	300	300	300	260	260	260		
間伐後	300			260					
上層樹高 (m)	21.5	22.4	23.2	23.9	24.5	25.0	25.4	25.7	26.0
平均直径 (cm)	27.8	37.8	38.7	39.4	41.3	42.0	42.2	42.5	42.8
間伐後	36.0			40.5					
材積 (m ³ /ha)	604	350	383	410	390	415	430		
間伐後	325			370					
Ry	0.76	0.42	0.44	0.45	0.41	0.42	0.43		
間伐後	0.4			0.4					

林内相対照度 (%)		25	18	14	29	23	19	16	14
間伐後	37			37					

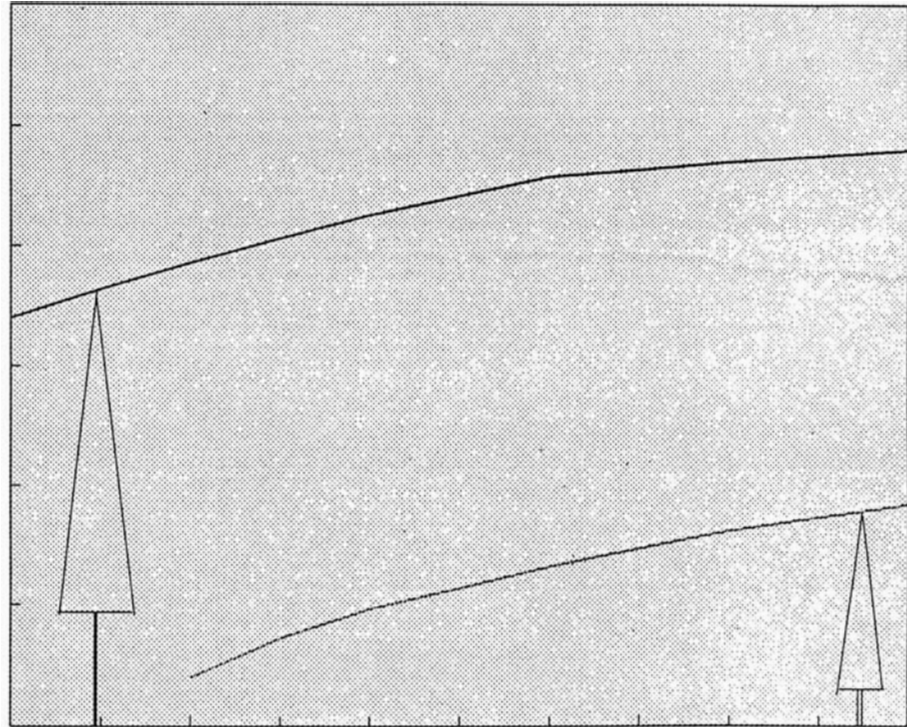
下木 林齢 (年)	0 5								
本数(本/ha)		2000	2000	2000	1400	1400	1400	1400	1400
間伐後	2000			1400					
平均樹高 (m)			2.0	3.3	4.5	5.5	6.4	7.7	8.7
平均直径 (cm)			2.5	4.4	6.0	7.2	8.3	9.6	11.0
材積 (m ³ /ha)					8	20	22	46	78

複層林等資源予測表作成調査報告書 要約

アテアテ長期二段林

県林試 造林科

- ※ 林内照度は間伐のみで調整すると仮定
- ※ 照度と下木の成長の関係は中野（1978）より推定



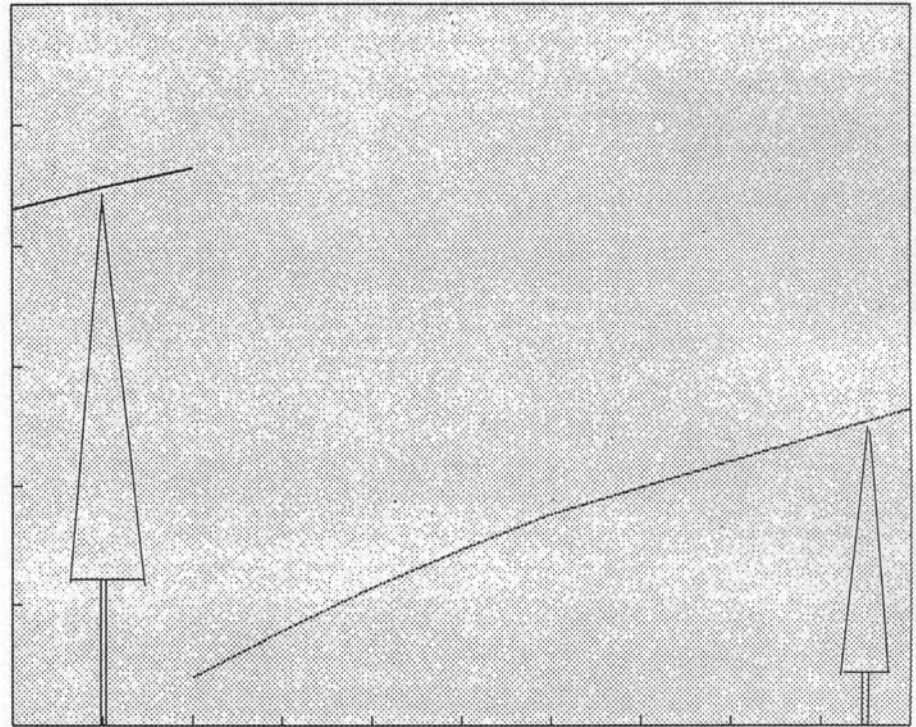
上木 林齢 (年)	50									
本数(本/ha)	1499	540	540	420	420	420	330		330	330
間伐後	540		420			330				
上層樹高 (m)	17.0	18.2	19.3	20.3	21.3	22.1	22.9		23.5	24.0
平均直径 (cm)	20.6	27.6	29.0	31.5	32.8	34.0	36.4		37.0	37.8
間伐後	26.0		30.5			35.5				
材積 (m ³ /ha)	465	300	350	335	380	420	390		410	440
間伐後	250		300			360				
Ry	0.74	0.44	0.47	0.42	0.44	0.47			0.425	
間伐後	0.4		0.4			0.4				
林内相対照度 (%)			12			11				
間伐後			37			37				
下木 林齢 (年)	0	5	10							
本数(本/ha)		2000	2000	10	1800	1800	1620		1620	1620
間伐後	2000		1800			1620				
平均樹高 (m)			2.0	3.6	4.8	5.7	6.6		8.1	9.2
平均直径 (cm)			2.5	4.8	6.3	7.3	8.5		10.0	11.4
材積 (m ³ /ha)				7	16	20	28		53	73

複層林等資源予測表作成調査報告書 要約

スギ-アテ短期二段林

県林試 造林科

- ※ 林内照度は間伐のみで調整すると仮定
- ※ 照度と下木の成長の関係は中野（1978）より推定



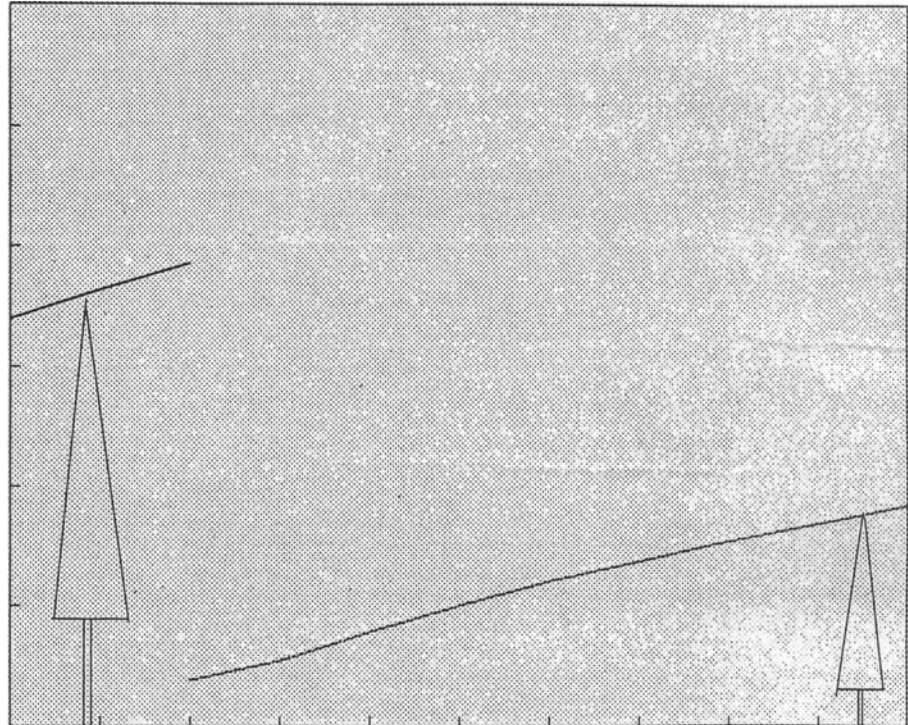
上木 林齢 (年)	50	55	60	65	70	75	80	90	100
本数(本/ha)	921	300	300						
間伐後	300		0 ←皆伐						
上層樹高 (m)	21.5	22.4	23.2						
平均直径 (cm)	27.8	37.8	38.7						
間伐後	36.8		0.0						
材積 (m ³ /ha)	604	350	383						
間伐後	325		0						
Ry	0.76	0.42	0.44						
間伐後	0.4		0						
林内相対照度 (%)		25	18	100	100				
間伐後	37		100						
下木 林齢 (年)	0	5	10						
本数(本/ha)		2000	2000	1400	1400	1400	1390	1380	1350
間伐後	2000		1400						
平均樹高 (m)			2.0	5.7	7.3	8.8		11.0	13.2
平均直径 (cm)			2.5	7.6	9.5	11.4		14.0	17.0
材積 (m ³ /ha)				22	36	63		121	200

複層林等資源予測表作成調査報告書 要約

アテアテ短期二段林

県林試 造林科

- ※ 林内照度は間伐のみで調整すると仮定
- ※ 照度と下木の成長の関係は中野（1978）より推定



上木 林齢 (年)	50	55	60	65	70	75	80	90	100
本数(本/ha)	1499	540	540						
間伐後	540		0 ←皆伐						
上層樹高 (m)	17.0	18.2	19.3						
平均直径 (cm)	20.6	27.6	29.0						
間伐後	26.0		0.0						
材積 (m ³ /ha)	465	300	350						
間伐後	250		0						
Ry	0.74	0.44	0.47						
間伐後	0.4		0						
林内相対照度 (%)		20	12	100	100				
間伐後	37		100						
下木 林齢 (年)	0	5	10	15					
本数(本/ha)		2000	2000	1400	1400	1390	1390	1380	1380
間伐後	2000		1400						
平均樹高 (m)			1.9	2.7		5.0	6.0	7.7	9.2
平均直径 (cm)			2.4	5.1		9.3	11.1	13.6	16.5
材積 (m ³ /ha)						31	46	80	121

参考引用文献

1. 安藤 貴：スギ林間伐後の林内の相対照度 林試研究報告書、323号、58～59、昭和58年
2. 安藤 貴：複層林施業の要点、わかりやすい林業研究解説シリーズ、79、林業科学技術振興所、昭和60年
3. 安藤 貴ほか：二段林の光環境の経年変化 林試研究報告、323号、65～73、昭和58年
4. 石川県農林水産部：石川県スギ人工林林分収穫予想表 昭和55年
5. 石川県農林水産部造林課：石川県アテ人工林林分収穫予想表 昭和58年
6. 上中作次郎ほか：ヒノキ林間伐後の林内の相対照表、林試研究報告、323号、55～57、昭和58年
7. 斉藤晃吉ほか：アテ造林史 石川県林業試験場、昭和47年
8. 鈴木健二ほか：広葉樹林内におけるスギ・ヒノキの生長 林試研究報告、323号、115～117、昭和58年
9. 中野徹夫：天然林施業と複層林施業 370～379、日本林業調査会 昭和61年
10. 中野徹夫：アテ択伐林の現状と問題点 第22回林業技術シンポジウム 3～23、全国林業試験場研究機関協議会、平成元年
11. 二瓶平二・辻敬二：アテ（羅漢柏） 石川県山林会、大正6年
12. 藤森隆郎ほか：今須択伐林試験地の林分構造と生長 林試研究報告、323号、202～206 昭和58年
13. 藤森隆郎：複層林の生態と取扱い、わかりやすい研究解説シリーズ 93 林業科学技術振興所、平成元年
14. 早稲田 収：複層林の仕立て方 林業改良普及双書 77、全国林業普及協会、昭和56年
15. 早稲田 収：林内光環境の経年変化、林試研究報告、323号、74～78、昭和58年
16. 早稲田 収：林内光環境とスギ稚樹の生長 林試研究報告、323号、105～107、昭和58年

なお、とりまとめに当っては、中野徹夫（県林業試験場）から資料の提出および指導をいただいた。