

アテ択伐林の成長に関する研究

中野 徹夫

1 はじめに

森林の施業をするに当たって大切なことは、木材の生産を続けながら、健全な森林を育成することにある。林業者の立場からみる健全な森林とは「木材生産がなされて、かつ公益的機能が発揮されている森林」といえよう。最近の環境緑化、自然との調和に対する世論の高まりにより、現存する森林を一度にしかも大規模に伐採する一斉皆伐方式のような取り扱いはもはや許されなくなっており、環境保全を基にした施業が求められている。地力の維持、景観の保全等の観点からは択伐林施業が優れていることは、いまから70年近く前にバルジゲル(14)が指摘している。森林の公益的機能を維持しつつ収穫をあげるためには非皆伐施業とりわけ択伐施業が理想である。

石川県には択伐林施業に適するアテがあり、能登を中心に造林されてきた。能登におけるアテ林業は、収穫の保続、冠婚葬祭等の不時の出費に対応する目的で、昔から択伐施業がなされてきた。アテ択伐林は大径材生産もなされているが、多くは柱材生産を中心にしたものである。しかし、一定の施業基準はなく、慣行的に利用径級に達したのものから小規模に伐採する方法がとられてきた。つまり、持主によって施業法が異なるため、様々な択伐林型がみられる。そこで、ここでは林家が実際に施業するアテ択伐林がどれほどの蓄積と成長量を有しているのか、を知るために林分調査を実施し、林分構成、土壤条件と関連づけながら考察した。

この調査のために択伐林の試験地を提供して下さった皆森次作、中谷一義、谷内忠夫、中橋巖の各氏に感謝申し上げます。また、樹高曲線について助言をいただいた国立林業試験場の安藤貴、栗屋仁志の両研究室長(当時)にお礼申し上げます。

2 試験地と調査方法

2.1 試験地の概況

試験地は輪島市三井町興徳寺地内で、県道長沢

表-1 設定時の調査区の概要

調査区	面積	立木数		地形
		1.2m以上	1.2m未満	
1	200m ² (10×20m)	80本	35本	尾根及び東向尾根斜面、傾斜15度
2	200 (10×20)	58	32	一部尾根及び西向尾根斜面、傾斜25度
3	160 (10×16)	47	26	尾根及び一部北向尾根斜面、傾斜15度
4	200 (10×20)	63	32	北向尾根斜面、傾斜15度
5	224 (14×16)	78	48	北西向尾根斜面、傾斜15度
6	224 (14×16)	85	37	北向斜面、傾斜15度

空熊線に沿って6ヶ所設定した。試験地は尾根部または尾根斜面にあり、土壤はそれほど良好ではない。筆者が今までアテの択伐林や一斉林をみてきた限りでアテ造林地を土壤条件(主として土壤型)から上、中、下の3段階に分類すると、今回の試験地は中~下に相当すると考えられる。試験地は0.1ha程度の面積で設定し、この試験地のほぼ中央に調査区を設けて調査を実施した。調査区の概要は表-1のとおりである。なお、持主の話では試験地の択伐林は主として4寸角(18cm)の柱材を生産目標にしており、林齢は概ね1~50年である。

2.2 調査内容及び方法

試験地(調査区を含む)内の施業については全て持ち主に任せ、こちらからは指図や意見は一切しなかった。ただし試験地全体が1つの択伐林として取り扱われることをお願いした。

(1) 毎木調査

昭和50年3月の調査区の設定時に調査区内の全立木の位置図を作成し、以後4年毎に平成3年まで5回にわたって毎木調査を実施した。毎木調査は全ての立木の胸高直径と、樹高については可能な限り測定した。調査時期は全て3月である。胸高直径については地上約1.2mの部分にペンキで印をし、常に一定方向からノギスまたは1mm目盛り付きの輪尺でmm単位で測定した。樹高につい

ては測竿（cm単位）とブルーメライス（10cm単位）で測定した。

(2) 蓄積の算出

蓄積（材積）については直径と樹高の毎木調査値から求めた。ただし、樹高が測定できなかったものについては、毎木調査毎の樹高曲線式を最小自乗法で求め、樹高を推定した。材積の計算に当たっては直径は全て1mm単位とし、樹高実測値は10cm括約、樹高推定値は50cm括約として、直径階を0.5cm、樹高階を0.5mに補間した材積表を作成（大阪営林局編の立木幹材積表を使用）し、比例配分して求めた。成長率はプレスラー式を用いて算出した。また、直径の毎木調査値から胸高断面積も求めた。

(3) 林分構成図の作成

林分構成図の作成にあたっては胸高直径を2cm括約とし、全て切り上げた値とした。つまり8cmを例にとれば、6.1~8.0cmの範囲のものを含むことになる。また、樹高が1.2mに達しないものは0として表示した。

(4) 土壌調査

各調査区内に3~4箇所の土壌断面を作り、土壌型を判定した。

3 結果と考察

3.1 成長量（蓄積と林分構成の推移）

調査区-1の蓄積の推移を図-1に、8年毎の林分構成の推移を図-2に示す。林分成長量は毎年異なる（10、13）が、ここでは蓄積の測定期間内（4年）は直線的に成長するものと仮定して図示した（他の調査区も同様）。ha当たり年平均成長量（以下、ha当たりの表現は省く）は、8.9~13.9m³の範囲にあり、昭和62年までは蓄積が増大するにつれて成長量も増加しているが、それ以降の成長量が落ちたのは成長量の大きい直径階のものを伐採したためである。この16年間の年平均成長量は11.3m³である。ha当たりの胸高断面積（以下、ha当たりの表現は省く）の最大は昭和62年の伐採直前に45.2m²であった。林分構成は曲折はあるものの全体としてみれば逆J字型を呈し、択伐林として理想に近いものである。また、伐採木の径級から4寸角の柱材が生産目標になっていることがわかる。

調査区-2の蓄積の推移を図-3に、林分構成の推移を図-4に示す。この調査区には昭和50年

の時点でスギが本数割合にして10.3%、蓄積割合にして26.6%混交している。蓄積割合が高いのは林分構成に占めるスギの位置から理解できる。アテとスギを合わせた年平均成長量は10.1~14.7m³の範囲にあるが、蓄積に比例はしていない。昭和54年にはかなり強度の枝打ちを実施したので、その影響もあると思われる。16年間の年平均成長量は12.4m³である。胸高断面積は昭和62年の伐採直前が50.6m²、平成3年の伐採直前が47.1m²であっ

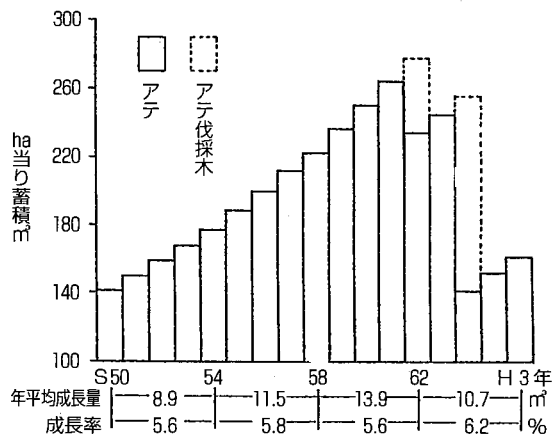


図-1 蓄積の推移（調査区-1）

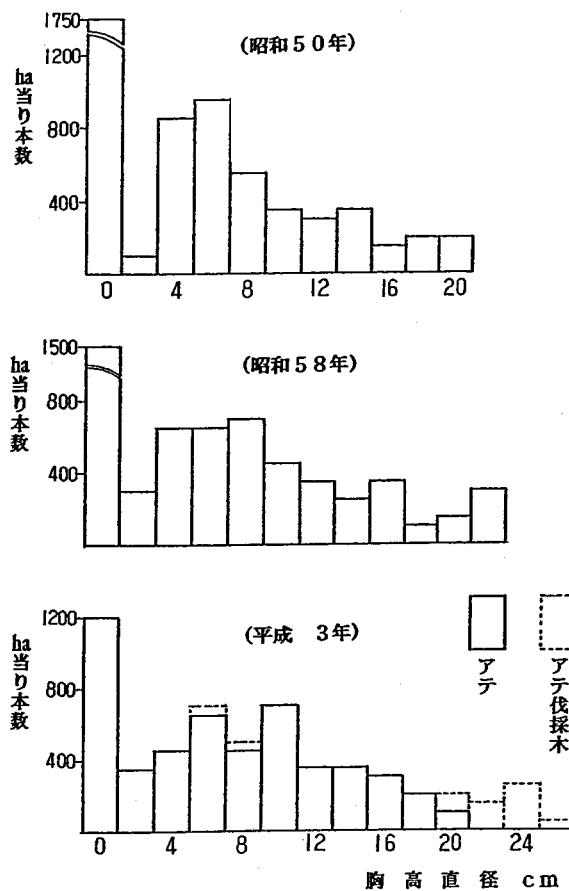


図-2 林分構成の推移（調査区-1）

伐採木は昭和62年3月と平成元年3月に伐採されたものの合計

た。この林も4寸角の柱材を生産目標にしていることは伐採木の径級からうかがえる。しかし、林分構成は調査区-1に比べて小径級の本数がやや少ない。

調査区-3の蓄積の推移を図-5に、林分構成を図-6に示す。年平均成長量は6.7~7.7m³で、16年間で平均すると7.2m³となり、調査区-1、2と比較してかなり小さい。それは調査区設定時から蓄積が小さかったことと林分構成は調査区-1、2のそれより小径級のものが相対的に多いためであろう。また昭和56年と60年に伐採し、蓄積

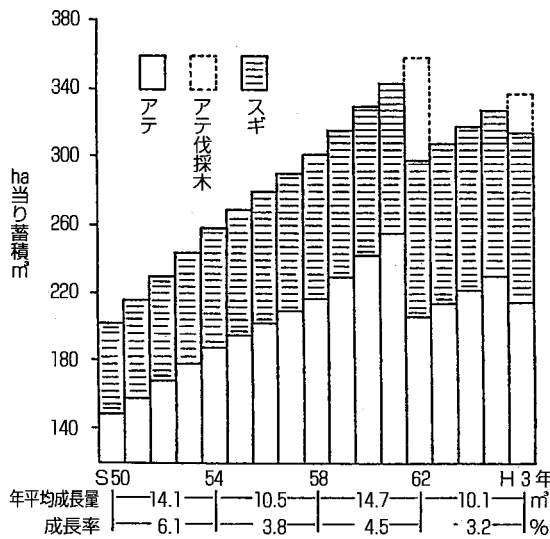


図-3 蓄積の推移 (調査区-2)

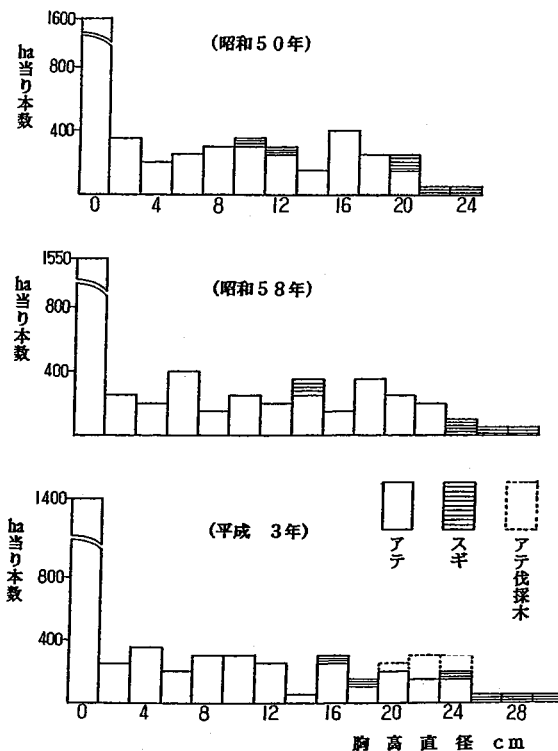


図-4 林分構成の推移 (調査区-2)

伐採木は昭和62年3月と平成3年3月に伐採されたものの合計

が増えなかったことも影響していると考えられる。ここでの伐採は利用伐ではなく、雪害などを受けたものの伐採であった。胸高断面積の最大は昭和56年の伐採直前で27.5m²と推定される。林分構成は理想の択伐林型から遠ざかりつつあり、適切な施業がなされなければ、一斉林化が進む可能性がある。

調査区-4の蓄積の推移を図-7に、林分構成の推移を図-8に示す。この林は昭和50年の調査時点では枝打ちがきれいになされた林であったが、それ以降は施業は全くなされなかった。そのためであろうか年平均成長量は13.3~14.6m³と安定し

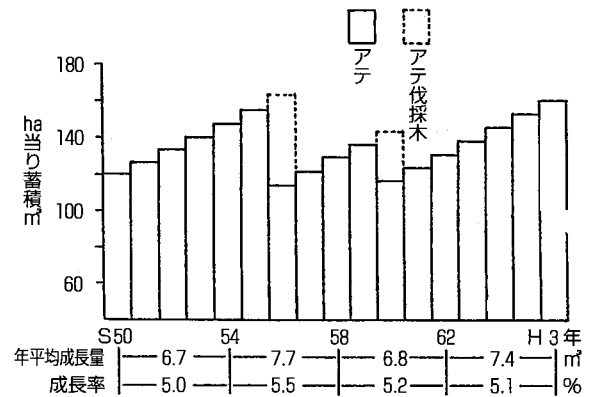


図-5 蓄積の推移 (調査区-3)

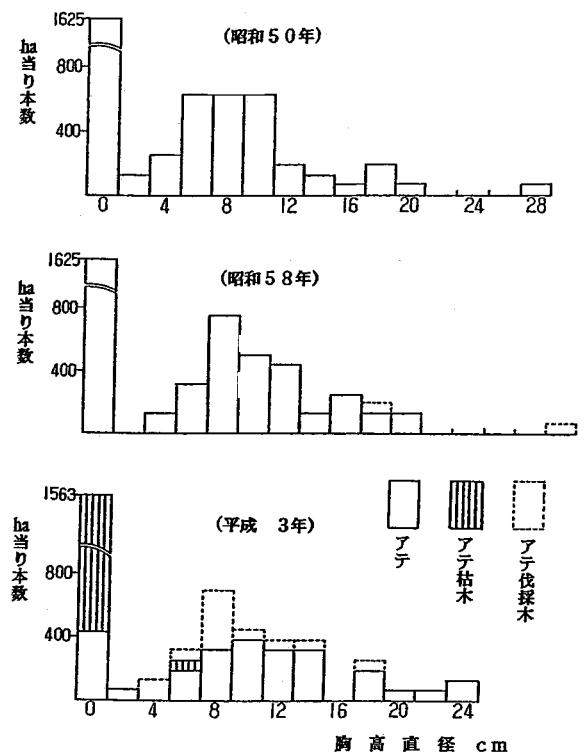


図-6 林分構成の推移 (調査区-3)

(昭和58年)の図中の伐採木は昭和56年に、(平成3年)の図中の伐採木は昭和60年に伐採。枯木の多くは昭和60年の伐採による下敷き等で生じた。

た成長を示しており、16年間を平均すると、14.1 m³となる。しかし、林分構成は理想の択伐林型から遠ざかりつつあり、特に昭和60年の調査時から枯木がみられはじめた。胸高断面積は昭和58年が48.3m²、62年が53.3m²、平成3年が56.7m²と増加した。筆者(12)がさきに報告したように、アテ択伐林内の下層木の枯損は林の状況や斜面傾斜にもよるが、北向斜面なら胸高断面積が概ね40数m²から、南向斜面なら60m²を超えた時から生じるこ

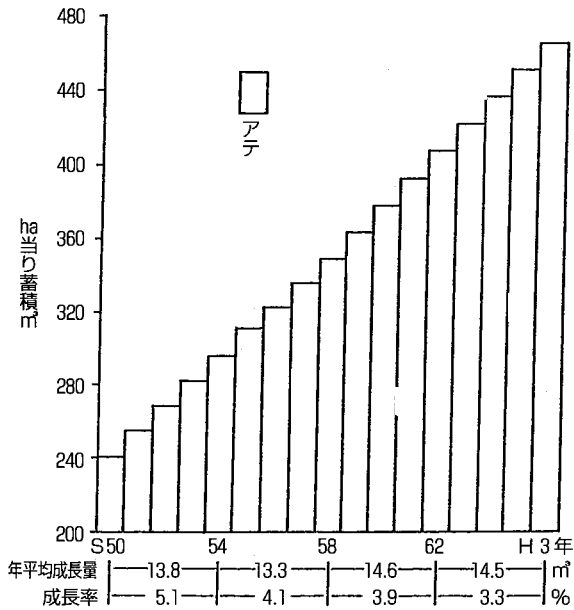


図-7 蓄積の推移 (調査区-4)

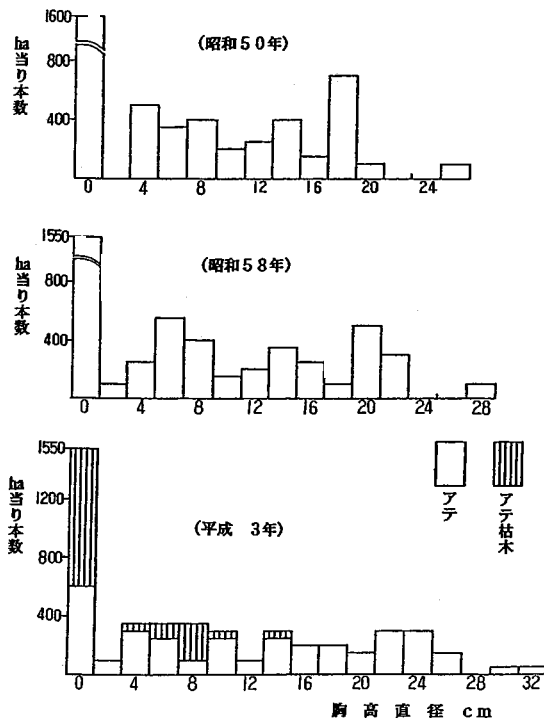


図-8 林分構成の推移 (調査区-4)

枯木は昭和62年の調査時とそれ以降に生じたものの合計

とから、この調査区の下層木の枯損は光環境の悪化によるものであることがわかる。

調査区-5の蓄積の推移を図-9に、林分構成の推移を図-10に示す。年平均成長量は13.3~19.5m³で、16年間を平均すると15.2m³となる。年平均成長量の最小値と最大値の間に1.5倍近くの差がみられるが、この調査区では最小値を示した昭和62年以降の4年間には伐採による林分構成の

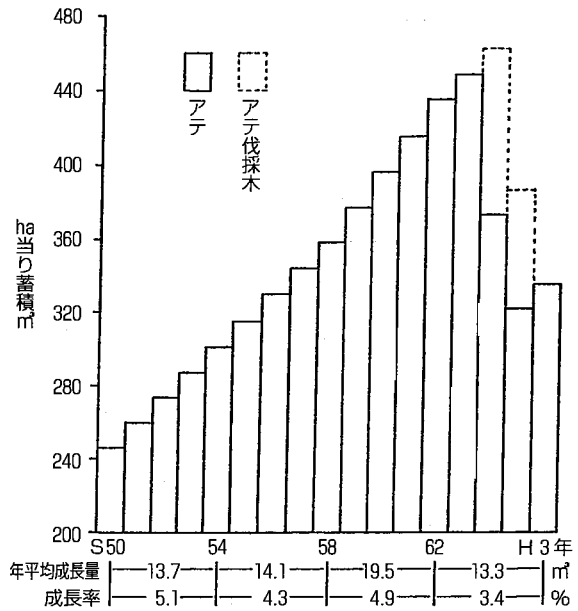


図-9 蓄積の推移 (調査区-5)

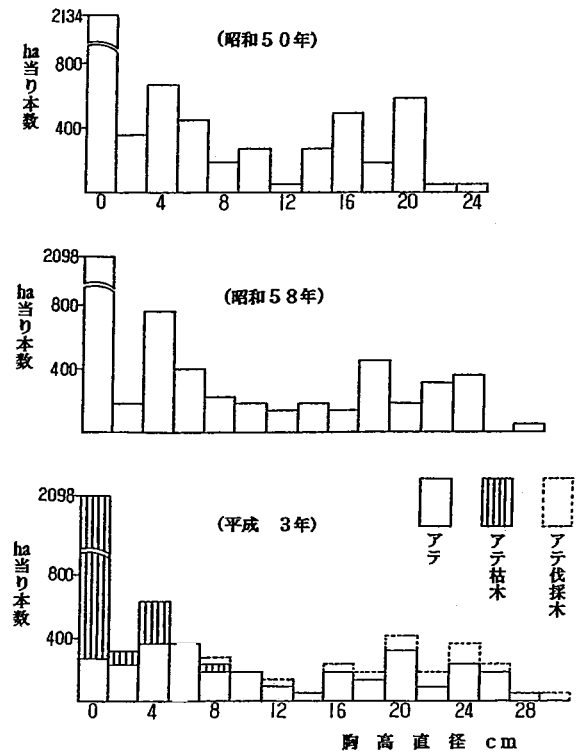


図-10 林分構成の推移 (調査区-5)

伐採木は平成元年と2年に伐採されたものの合計。枯木は昭和62年の調査時とそれ以降に枯れたものの合計。

変化が成長量の減少に影響したものと思う。枯木は昭和62年の調査時からみられ始めたが、その時の胸高断面積は58.1m²であった。光環境の悪化から下層木に枯木が生じたことは明らかである。2度の伐採により、平成3年の胸高断面積は43.5m²まで低下した。この林の生産目標も4寸角の柱材が主体になっていることは伐採木の径級からうか

がえる。

調査区-6の蓄積の推移を図-11に、林分構成の推移を図-12に示す。昭和50年の調査時点でスギが本数にして3.4%、材積にして14.1%混交している。年平均成長量は14.3~18.1m³で、16年間を平均すると16.7m³となる。傾向としては四つの成長期間のうち伐採作業が加わった二つの期間はいずれも成長量が小さい。この傾向は調査区-1、2、5にもみられたとおりで、成長量の大きい直径階のものが伐採されたためである。昭和58年に1.2m以下の幼樹に枯木が生じたが、胸高断面積は54年が45.2m²、58年が42.0m²であり、昭和56年に胸高断面積にして10.1m²伐採したので、その伐採直前は48.6m²であったと推定される。この調査区は北向き斜面であり、同じく枯木の生じた調査区4、5に比べて小径木の占める割合が高いので、一層林内の光環境を悪化させたものと思われる。昭和62年の調査時の胸高断面積は48.2m²であった。この林を択伐林として維持するためには光環境の改善と後継樹の育成などの施業が望まれる。

3. 2 樹高曲線

毎木調査時に胸高直径が6cm以上のもので樹高測定ができなかったものは調査区と調査年によって異なるが、少ないものは1割、多いものは6割あった。それらは前述したように樹高曲線式から求めた。全調査区の樹高曲線の推移を8年間隔で表したものを図-13に示す。全ての調査区において時の経過に伴い樹高曲線の形状は胸高直径が概ね8cm付近から大きくなるほど上方に移行している。一斉林の固定試験地においては時の経過と共に樹高曲線は一般に上方に移行することが指摘されている(3,7,11)が、適切な施業が行なわれている択伐林においては樹高曲線はほぼ一定であるといわれている。しかし、今回の調査では択伐林でも樹高曲線は変化することが認められた。大石(6)は70cm程度の大径木を有するヒバ天然林を調査し、時の経過に伴い樹高曲線は上方に移行することを報告している。ただし、ここに述べたアテ、ヒバの択伐林は回帰年を設けるなどして厳正に施業してきたものではない。また、厳正な択伐林はめったに存在しないと思われるので、択伐林について正確な成長量を求めるなら毎木調査の都度、樹高曲線を描いて計算すべきであろう。

次に、全調査区において樹高曲線が上方に移行したことは、形状比が大きくなったことを示すも

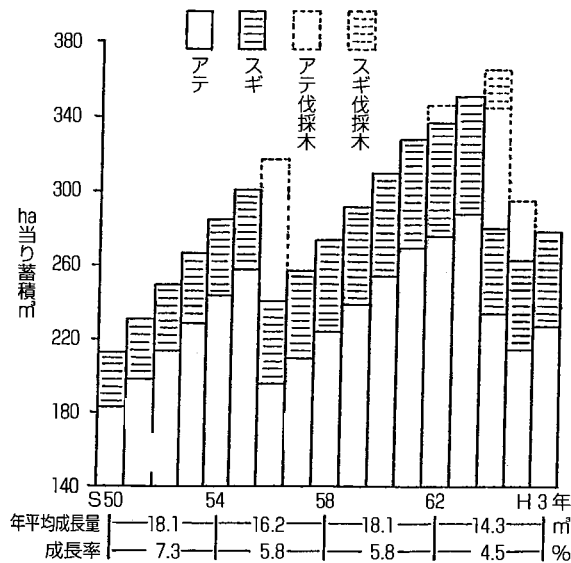


図-11 蓄積の推移 (調査区-6)

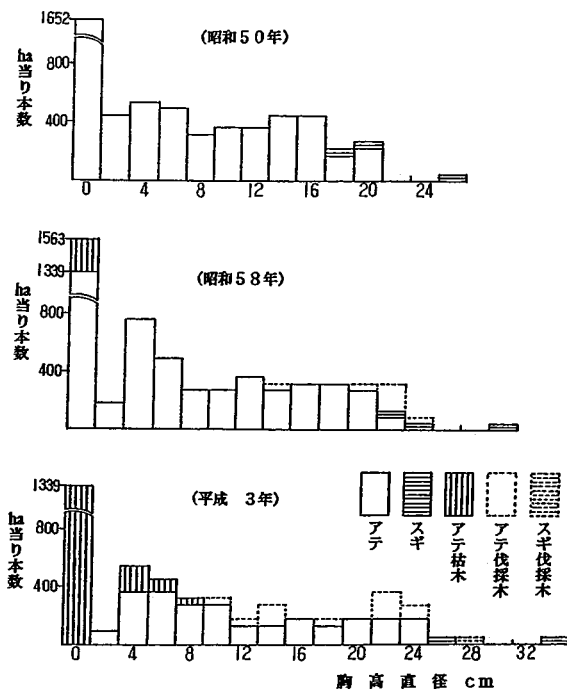


図-12 林分構成の推移 (調査区-6)

(昭和58年)の図中の伐採木は昭和56年に伐採。(平成3年)の図中の伐採木は昭和62年3月と平成元年および2年に伐採されたものの合計。枯木については、(昭和58年)の図中のものは当年の調査時の枯木であり、(平成3年)の図中のものは昭和62年の調査時とそれ以降に枯れたものの合計。

のであり、また蓄積も大きくなっているのです、林分密度が高くなっていることがわかる。特に調査区-4~6にあつては光環境の悪化から下層木に枯損が生じるまでになった。この状況が進めば、やがて択伐林型は崩れることが危惧されるので定期的に適切な施業が望まれる。

3.3 土壌

土壌(型)は母材、地形、生物、気象条件等の因子が組み合わされて生成されたものであるから、

生産力の一つの大きな目安になる。調査地に出観した土壌型を表-2に示す。調査区1~3は尾根部に半乾性のBC型土壌が、尾根斜面にはBD^(d)型土壌が出現した。BC型土壌は乾燥ぎみで一般に生産力は低い。BD^(d)型土壌もやや乾燥した土壌であるが、BC型土壌より生産力はやや高い。3調査区間にあえて差を求めるなら、BC型土壌(尾根)よりBD^(d)型土壌(尾根斜面)の面積割合の大きい調査区-2が土壌条件が良好といえる。

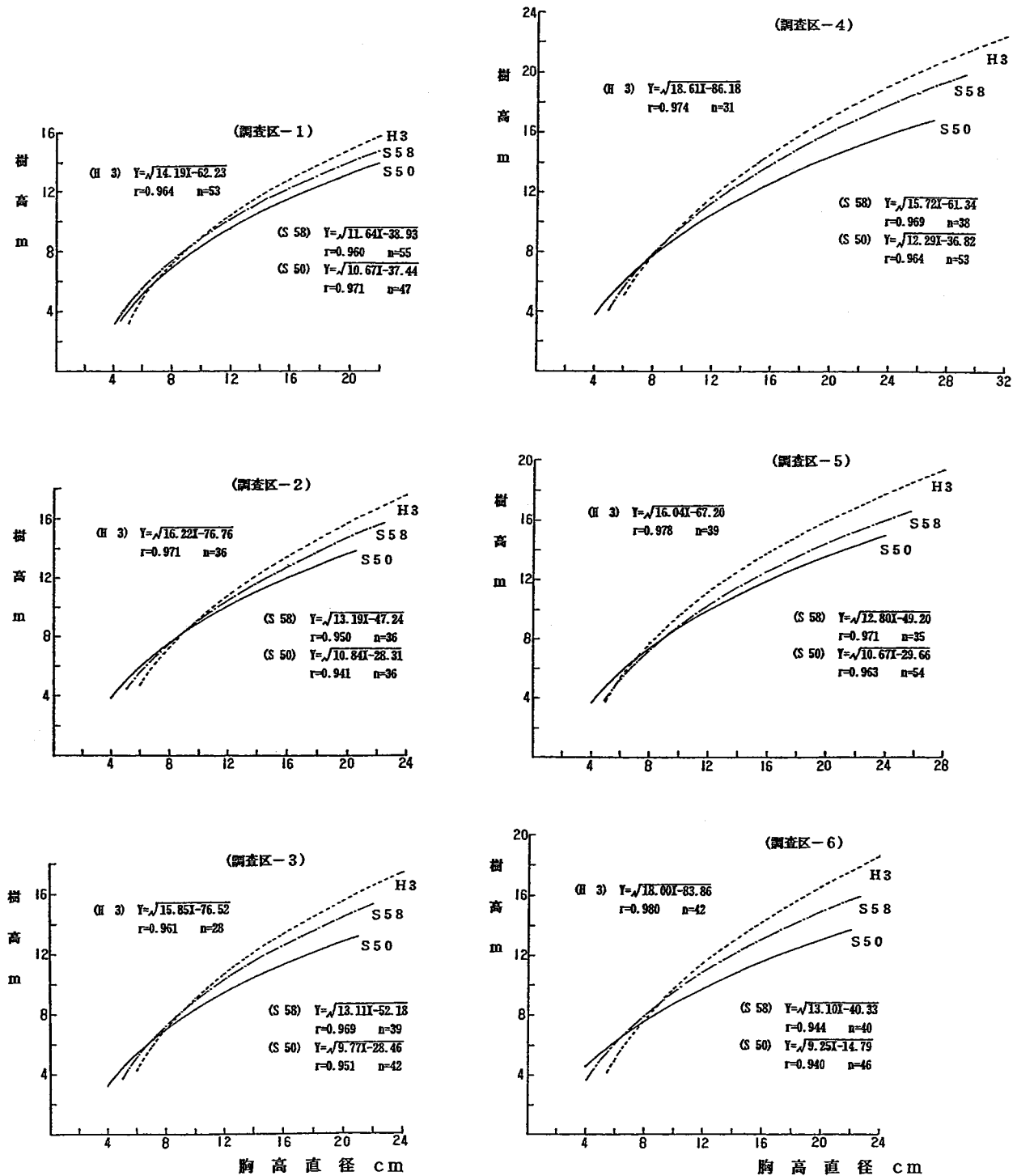


図-13 樹高曲線

調査区-4、5は尾根斜面にあり、B_D^(d)型土壌が出現する。調査区-6は尾根から少し離れた緩やかな斜面にあり、B_D^(d)型土壌と一部B_D型土壌が出現する。このB_D型土壌は適潤性の土壌で生産力では中庸である。B_D型土壌のうちやや乾燥したものがB_D^(d)型土壌である。このように、土壌型からみると生産力は調査区-6が最も高く、次いで調査区-4、5で、最も低いのは調査区-3、1となる。6調査区の16年間の年平均成長量

表-2 調査地の土壌型

調査区	土 壌 型
1	B _C 型 (尾根部) と B _D ^(d) 型 (尾根斜面)
2	同上 同上
3	同上 同上
4	B _D ^(d) 型
5	B _D ^(d) 型
6	B _D ^(d) 型と一部B _D 型

表-3 アテ人工林 林分材積表 (一部抜粋) ha 当り

林 齢	地位級-1			地位級-2			地位級-3			地位級-下限		
	幹材積 m ³	年平均 成長量 m ³	成長率 %	幹材積 m ³	年平均 成長量 m ³	成長率 %	幹材積 m ³	年平均 成長量 m ³	成長率 %	幹材積 m ³	年平均 成長量 m ³	成長率 %
15	56.0	16.6	17.0	34.2	11.4	18.2	18.1	6.6	19.1	12.2	4.7	17.9
20	138.8	17.6	9.6	91.2	13.0	10.5	51.1	9.0	12.2	35.5	6.8	13.0
25	226.7	18.1	6.7	156.3	13.6	7.1	95.9	9.2	7.7	69.4	7.3	8.3
30	317.3	17.7	4.9	224.2	13.6	5.3	142.0	9.5	5.7	106.1	7.5	6.0
35	406.0	16.9	3.8	292.2	13.2	4.1	189.4	9.4	4.4	143.7	7.6	4.7
40	490.5	15.8	3.0	358.1	12.6	3.2	236.5	9.1	3.5	181.5	7.4	3.7
45	569.6	14.7	2.4	420.9	11.8	2.6	282.2	8.7	2.9	218.5	7.1	3.0
50	642.9	13.4	2.0	479.8	10.9	2.1	325.6	8.2	2.4	254.1	6.8	2.5
55	710.0	12.3	1.7	534.5	10.1	1.8	366.7	7.7	2.0	288.0	6.4	2.1
60	771.3			585.1			405.1			320.0		

注) 年平均成長量と成長率は筆者が算出した。成長率はプレスラー式を用いて計算した。なお総平均成長量の最大値は地位級-1が55年で12.9m³、地位級-2が60年で9.8m³、地位級-3が65年で6.8m³、地位級-下限が70年で5.4m³となる。

と土壌条件を対比すると、土壌条件の最も良好な調査区-6が16.7m³と高い成長量を示し、反対に土壌条件の悪い調査区-3と1はそれぞれ7.2m³、11.3m³である。調査区-3と1に差がみられるのは前述したように蓄積の違い等によるものである。

4 総合考察

今回の調査で得た4年毎の年平均成長量のうち最小は調査区-3の6.7m³、最大は調査区-5の19.5m³であった。また16年間の年平均成長量をみると最小は調査区-3の7.2m³、最大は調査区-6の16.7m³であった。択伐林の成長にも当然のことながら、土壌条件が影響していることが確認でき、また林分構成の違いや伐採の有無が成長に影響することがわかった。安井、藤江(16,17)はマアテの固定試験地で5年間の年平均成長量が7.2~11.6m³であったことを報告しており、また別の固定試験地では10年間の年平均成長量が11.0~19.6m³あったことを指摘している。今回の調査で

得た年平均成長量とはほぼ同じ値といえよう。

青森のヒバ林においては、年平均成長量は概ね3~13m³の範囲にあり(1,5,9,10,15)、道南のヒバ林では3.8~12.1m³という報告(2,6,8)がある。能登のアテ択伐林と青森や道南のヒバ林との間に成長量に差があるのは、気象条件、林分構成、品種等の違いによるものであろう。

成長率については、一斉林では若齢で蓄積が小さい時は大きな値を示し、林齢を重ねて蓄積が大きくなれば、小さい値となる。択伐林では樹齢、径級とも小さいものから大きいものへとほぼ連続して存在するので、一概にはいえないが、調査区-4のようになんの施業もしなければ、一斉林と同じ傾向を示すことがわかる。

ところで、今回調査したアテ択伐林の成長量をアテ一斉林の成長量と比較してみる。表-3はアテ人工林林分材積表(4)の一部を抜粋したものである。択伐林の16年間の年平均成長量の最小は前述のとおり7.2m³であり、この調査区の16年間

のha当たりの蓄積は114~160^mである。この蓄積に相当する一斉林は、地位級一下限の林齢30~40年の林であり、この地位級では最も成長の旺盛な時期で、年平均成長量は7.5^mとなる。一斉林はこの時期を境にして前後は成長量が低下するので、総平均成長量の最大は70年で5.4^mとなる。一方、択伐林は適切な施業をして林型を維持する限り、7.2^m程度の成長量は維持されるはずである。次に、全調査区のうちではほぼ平均的な成長量を示した調査区-2の16年間の年平均成長量は12.4^m（全調査区の平均は12.8^m）で、この間の蓄積は192~360^mである。この蓄積に相当する一斉林は、地位級-3では35~55年の林で、その間の年平均成長量は8.9^m、総平均成長量の最大は65年で6.8^mとなる。また、地位-2では30~40年の林に相当し、その間の年平均成長量は13.4^m、総平均成長量の最大は60年で9.8^mとなる。一斉林が択伐林に比較して総平均成長量が小さいのは、年平均成長量の最盛期に至るまでは、かなり急な増加を示し、最盛期以降は漸減するためである。一方、択伐林は適切な施業を加えて林型を維持すれば、空間が立体的に利用できて、成長量も維持されるため一斉林より大きな成長量が期待できるのである。

今回調査した択伐林は前述のとおり尾根または尾根斜面に位置しており、調査地の土壤型はB_C、B_D^(d)型が主で一部B_D型がみられた。石川県内のアテ造林地の多くは、里山地帯（起伏の小さい地形）では谷筋からもアテが植えられているが、高低差の大きい斜面を有する地域では一般に中腹から上部に植えられる。そのためアテ造林地の土壤はB_C型、B_D^(d)型、B_D型が多く、B_E型はごく一部に見られるのみである。今回調査した択伐林は地形や土壤型からみて、アテの造林地としては前述のとおり中~下に属すると思われる。このような条件にあって、調査区全体の年平均成長量が12.8^mあったことは、アテ一斉林の成長量に対比すると大きな成長量を示しており、これはアテ択伐林の利点といえる。ただ、択伐林は一斉林に比べて多くの労力と技術を要するので、経営に当たっては今後の課題といえよう。

5 まとめ

アテ択伐林内に6箇所の固定試験地を設定して、昭和50年から平成3年まで16年にわたり成長量を

調査した。その結果、16年間の年平均成長量は最小が7.2^m、最大が16.7^mであった。成長量に大きな差が現われたのは土壤条件の違いと蓄積の差が主として影響したのである。調査した択伐林と同じ程度の蓄積を有する一斉人工林と比較すると総平均成長量は択伐林の方が優れていることがわかった。それは空間を立体的に活用できるため、適切な施業をすれば、ほぼ一定の成長量が期待できるためである。

樹高曲線については、時の経過に伴い上方への移行がみられた。そのため、現実の択伐林においては毎木調査の都度、樹高曲線を描いて蓄積（材積）や成長量を求めることが大切である。

6 引用文献

- 1) 明永久次郎（1929）：ヒバ林の成長量について、林学会雑誌，11-2，100-110
- 2) 朝倉義孝ほか（1985）：ヒバ施業実験地における復層林施業について、昭和59年度函館営林支局業務研究論文集，35-40
- 3) 粟屋仁志（1974）：同齡単純林における密度と成長の関係に関する測樹学的研究，林試研究報告265号，1-102
- 4) 石川県農林水産部造林課（1983）：石川県アテ人工林林分収穫予想表，
- 5) 糸屋吉彦（1998）：ヒバ択伐林の取り扱いと林分構造，平成8年度森林総研東北支所年報，48-54
- 6) 大石康彦（1985）：ヒバ天然林施業試験地の経過報告，昭和59年度函館営林支局業務研究論文集，51-57
- 7) 河田 杰（1954）：スギ間伐試験の成績（第2回），林試研究報告76号，81-148
- 8) 草間儀一（1982）：ヒバ施業実験地択伐後の林分成長について，昭和56年度函館営林支局業務研究論文集，124-138
- 9) 白石 明（1949）：ヒバ択伐林の年成長量に就いて一言，青森林友15，44-45
- 10) 白石 明，藤森重智（1954）施業集約によるヒバ天然林成長経過の一例について，第63回日本林学会大会講演集，27-28
- 11) 諏訪玲明ほか（1960）：樹高曲線の変化について，林試研究報告122号，169-201
- 12) 中野敏夫（1993）：アテ択伐林に関する研究，石川林試研究報告24号，18-30

- 13) 中村賢太郎 (1939) : 択伐作業論, 102頁, 西ケ原刊行会, 東京
- 14) バルジゲル著, 島本貞哉訳 (1935) : 択伐林並びに近代林業における択伐林の意義, 130頁, 興林会, 東京
- 15) 藤森重智, 豊島佐助 (1958) : ヒバ天然生林施業試験地における択伐作業の実態, 第68回日本林学会大会講演集, 82-84
- 16) 安井 鈞, 藤江 勲 (1976) : アテ択伐林に関する研究, 島大農研究報告10号, 93-97
- 17) 安井 鈞, 藤江 勲 (1979) : アテ択伐林に関する研究, 島大農研究報告13号, 40-49