

# アテ人工林での間伐の強度や方法の違いが成長に与える影響

小谷二郎

**要旨** : 37年生アテ(ヒノキアスナロ)一斉人工林に対し、間伐強度や方法の違いが10年間の成長に与えた影響を検討した。胸高直径成長量は、対照区が最も小さく強度区と列状区は弱度区よりも大きかった。樹高成長量は、列状区が最も大きかったが弱度区と対照区では差がみられなかった。林分材積成長量は、対照区、弱度区、強度区、列状区の順に大きかったが、成長率は強度区、弱度区、列状区、対照区の順に大きかった。対照区は、間伐前の時点では平均胸高直径が他を上回っていたにもかかわらず、10年後には強度間伐区と同じとなった。対照区や弱度区は枯れ枝の付着率や収量比数が高いだけでなく、漏脂病被害木が多い傾向がみられた。材積間伐率20%程度の間伐であれば、10年でさらに間伐が必要と考えられた。

**キーワード** : アテ一斉林、強度間伐、弱度間伐、列状間伐、漏脂病

## I はじめに

アテ(ヒノキアスナロ)は、能登地域の重要な林業樹種で、主に建築材(柱・土台・板)として利用されている。元々は、利用径級に達したのから順次伐採し、その跡地で予め伏条更新させておいた伐採木の子供(枝)を育て、同一林分内で単木的に収穫と更新を繰り返す択伐林で経営するのがこの樹種の特徴であった。しかし、戦後はスギ人工林と同様に比較的まとまった面積の一斉林を仕立てる経営も取り入れられ、昭和40年代に一斉林として植栽された造林地は50年生に達した林分もみられるようになった。

石川県では、アテ人工林の一斉林を対象とした林分収穫予想表(石川県農林水産部造林課, 1983)も作成され、林分密度管理に活用されている。しかしながら、一斉林において間伐強度や間伐方法を変えることによる成長量の違いを試験した事例は少ない。とくに、近年はコスト低減が求められ、従来よりも強度な間伐や列状のように機械的に間

伐することの効果を検討することが必要となっている。また、アテではヒノキ同様に漏脂病の発生が問題(鈴木・紙谷, 1989; 矢田・小谷, 1989; 矢田, 2005)となり、間伐などの管理が漏脂病に与える影響(兼平・田中, 2002)も検討する必要がある。

そこで、この研究では37年生時における間伐強度や間伐方法の違いがその後の成長に与える影響を調査し、アテ一斉林の効果的な間伐方法について考察した。

## II 試験地および試験方法

試験地は、石川県農林総合研究センター林業試験場が1966年(昭和41年)に造成したアテ試験林(石川県輪島市三井町小泉外地内)である。総面積は8.6haで、うち6.7haはアテを主とする人工林でほとんどが一斉林である。間伐試験地は、そのうちの約0.7haの同一方位を持つ斜面の中腹から下部に設定された。標高は200m、斜面方位

表-1. 間伐前後および10年後の林況

処理区	間伐前						間伐直後/間伐量/間伐率(%)						10年後/成長量/材積成長率(%)					
	本数	D	H	BH	材積	本数	D	H	BH	材積	本数	D	H	BH	材積			
	本/ha	cm	m	m	m <sup>3</sup> /ha	Ry	本/ha	cm	m	m	m <sup>3</sup> /ha	Ry	本/ha	cm	m	m	m <sup>3</sup> /ha	Ry
1 対照	1993	16.9	11.6	6.0	292.4	0.78	1993	16.9	11.6	6.0	292.4	0.78	1993	20.3	14.2	6.2	500.4	1.04
							0				0.0		0	3.4 c	2.6 c	0.2	208.0	
2 列状	1780	14.5	9.6	4.2	168.9	0.54	1335	14.8	9.7	4.3	133.9	0.41	1335	19.7	12.9	4.3	261.3	0.66
							445				35.0		0	4.9 a	3.2 a	0.0	127.4	
							25.0				20.7						5.92	
3 強度	1834	14.8	9.4	3.9	173.6	0.59	1192	15.3	9.6	4.0	120.0	0.39	1192	20.3	12.5	4.0	252.2	0.63
							642				53.6		0	5.0 a	2.9 b	0.0	132.2	
							35.0				30.9						6.21	
4 弱度	1885	14.9	9.6	4.3	187.1	0.61	1576	15.2	9.8	4.4	163.2	0.52	1576	19.4	12.5	4.4	314.5	0.77
							309				23.9		0	4.2 b	2.7 bc	0.0	151.3	
							16.4				12.8						6.03	

Effects of intensity and method of thinning on the growth in *Thujopsis dolabrata* var. *hondae* plantation

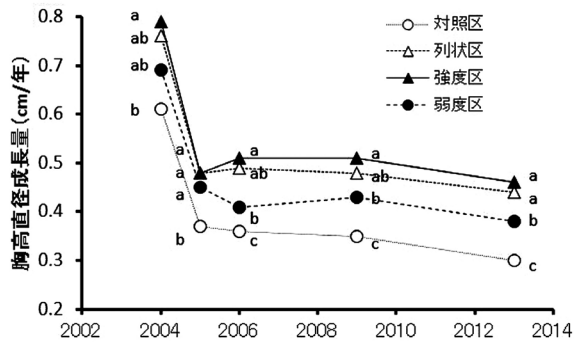


図-1. 間伐後10年間の胸高直径成長量の推移

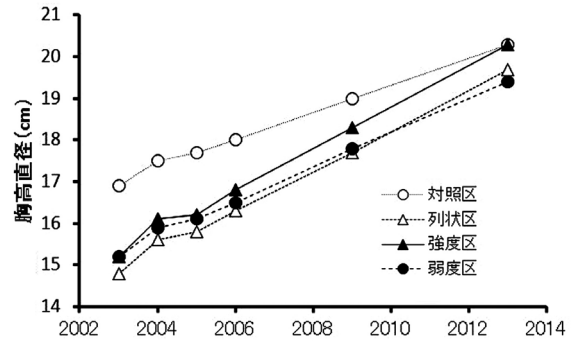


図-2. 間伐後10年間の胸高直径の推移

は南西向き、平均傾斜度 20° である。この地域の地質は、安山岩質火砕岩・溶岩由来で赤色系の土壌を有している（紘野, 1993）。土壌型は、 $tB_0$  型から  $tB_0(d)$  型、場所により  $tB_c$  型である。また、この地域は奥能登でも積雪の多い場所で、1969～1999年の平均値は 50～100cm である（小谷, 2004）。

これまでの履歴施業は、以下のとおりである。植栽密度は、場所により若干異なるが、2,700 本/ha を基本としている。下刈りは、植栽から 8 年間連続で行い、雪起こしは植栽翌年の根踏みその他大雪年を中心に適宜行っている。除伐は、展示林としての管理を含めているため、造林木およびそれ以外の雑木を 10 年生時からほぼ 3 年置きに 37 年生まで継続して実施している。枝打ちは、1992 年（26 年生時）に 2 m まで、2000～2002 年（34～36 年生時）に 5～7 m まで実施した。また、2000 年（34 年生時）に 15～20% 程度の切り捨て間伐を実施した。

間伐試験は、2003 年（37 年生時）に行った。約 180 m の連続した同一斜面を 4 等分し、それぞれ 20 m × 20 m の調査プロットを 1 箇所設けた。間伐前に、各プロット内の樹高・胸高直径・枝下高を測定し、胸高直径部位に鉢巻状にペンキでマーキングした。樹高と枝下高の測定にはバーテックスⅢ（Haglöf 社、Sweden）を使用し、胸高直径の測定には直径巻尺を使用した。表-1 に、間伐前および間伐直後の林況を示した。間伐前の本数は 1,814～1,993 本/ha で、林分材積は 168～292 m<sup>3</sup> であった。対照区は、他の場所よりも若干斜面下部に位置し、土壌条件が良好であったために、成長も良好であった。間伐は、3 通りの方法（列状・強度・弱度）で行った。列状間伐は、3 残 1 伐で行い、本数間伐率は 25.0%（材積間伐率 20.7%）となった。列状間伐では、通常本数間伐

率と材積間伐率が等しくなるが、他の区に比べて若干急傾斜地で斜面下部での残存率が低く、斜面中腹から上部の小径木が選木の中心となったため、材積間伐率が若干低くなったようである。強度区と弱度区は定性的に小径木を中心に選木を行い、本数間伐率（材積間伐率）はそれぞれ、35.0%（30.9%）と 16.4%（12.8%）となった。

継続調査は、胸高直径は 2004 年、2005 年、2006 年、2009 年、2013 年の 5 回、樹高と枝下高は 2013 年の 1 回行った。また、2009 年と 2013 年には樹幹の枝下高以下でのヤニの流出と漏脂病の被害程度について調査した。評価項目は、健全でヤニの流出の認められないものを「-」、数か所ヤニの流出が認められるものを「+」、ヤニの流出が多いものを「++」、ヤニの流出が激しく変形も認められるものを「+++」とし、単木ごとに評価した。

### III 結果

#### 1 間伐による成長変化

間伐 10 年後の状況を表-1 に示す。対照区は、土壌条件が良好であったことから、間伐直後でも胸高直径で 1.6～2.1 cm、樹高で 1.8～2.0 m 他の区を上回っていた。しかし、10 年後には胸高直径で 0～0.9 cm、樹高で 1.3～1.7 m の差に縮まっていた。10 年間の胸高直径成長量は、処理区間で有意な差がみられた。間伐 1 年後は、対照区と強度区との間でのみ差がみられたが、2 年目以降は他の 3 区が対照区を上回った（図-1）。3 年目以降には強度区と弱度区の間でも差がみられ、10 年目では列状区と弱度区で差がみられた（図-1）。なお、列状区で列の中心と間伐列に面した両サイドの胸高直径成長量を比較したところ、わずかであるが中心部の成長量が小さい傾向にあった（ $p=0.0605$ 、中心：0.39cm/年、左側：0.53cm/年、右側：0.51cm/

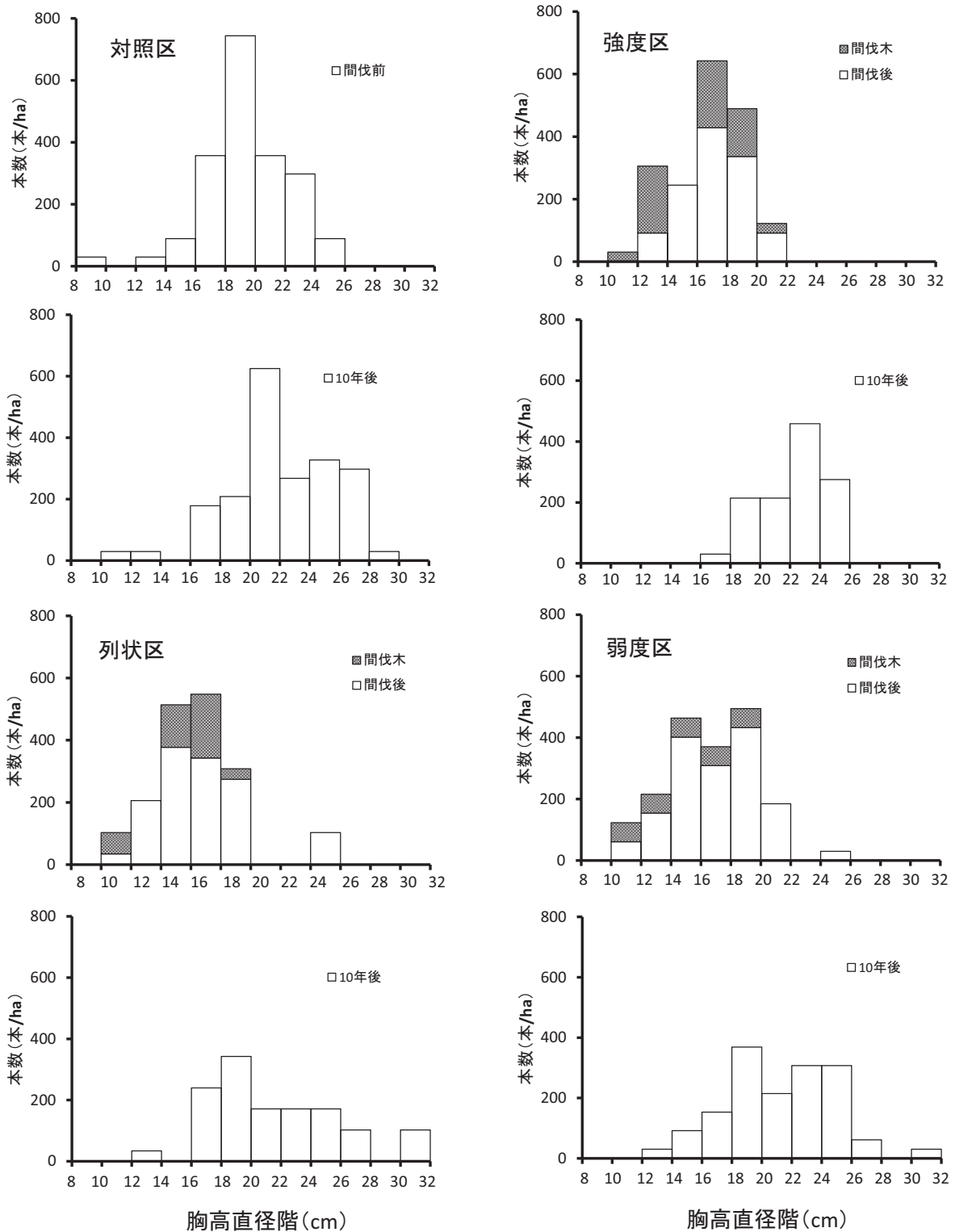


図-3. 間伐前後および10年後の胸高直径階別本数分布の変化

年)。胸高直径の推移（図-2）を比較すると、当初対照区が他を大きく上回っていたが、10年後には対照区と強度区が等しく、他の2区も対照区に近い値となった。

10年間の樹高成長量にも有意な差がみられ、列状区の成長量が最も大きく、弱度区は対照区と差

がみられなかった（表-1）。また、列状区では列の位置による樹高成長量には有意な差は認められなかった（ $p>0.05$ ）。

枝下高は、対照区で平均20cmの枯れ上がりがみられたものの、他の3区は間伐直後から変化は認められなかった（表-1）。ただし、生枝下部分

に枯れ枝の付着も交じってみられ、その立木の本数割合は対照区 77.6%、弱度区 56.9%、列状区 38.5%、強度区 17.9%の順で高かった。

林分材積は、対照区が 500.4 m<sup>3</sup>/ha (Ry=1.04) で最も多く、次いで弱度区 314.5 m<sup>3</sup>/ha (Ry=0.77)、列状区 261.3 m<sup>3</sup>/ha (Ry=0.66)、強度区 252.2 m<sup>3</sup>/ha (Ry=0.63) の順となった。成長量は対照区 (20.8 m<sup>3</sup>/年) が最も大きく、弱度区 (15.1 m<sup>3</sup>/年)、強度区 (13.2 m<sup>3</sup>/年)、列状区 (12.7 m<sup>3</sup>/年) の順であった (表-1)。しかし、年平均成長率 (プレスラー式 = (期末-期首) / (期末+期首) × 200/年数) は強度区が最も大きく、弱度区、列状区、対照区の順であった (表-1)。

## 2 胸高直径階分布の比較

間伐前後および 10 年後の胸高直径階別本数分布は図-3 のとおりである。間伐前後では、対照区は 18~20 cm、その他は 16~18 cm をピークとする一山型の分布を示し、10 年後には、同型が 20~22 cm のピークとなっていた。しかし、他の区が 10~30 cm の広い分布型を示したのに対し、強度区は 16~26 cm と比較的狭い範囲での分布型を示した。対照区、列状区、強度区、弱度区での 18

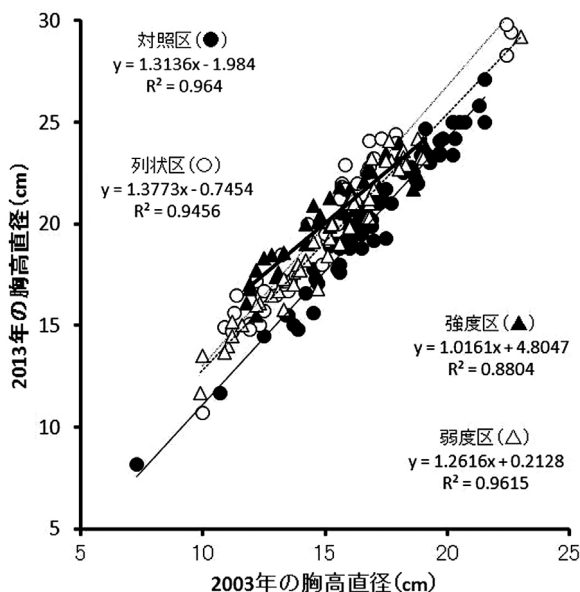


図-4. 2003 年と 2013 年の胸高直径の関係

cm 以上の立木の本数 (割合) はそれぞれ、1,755 本/ha (88.1%)、1,061 本/ha (79.5%)、1,161 本/ha (97.4%)、1,298 本/ha (82.4%) となった。また、22 cm 以上ではそれぞれ 922 本/ha (46.3%)、582 本/ha (43.6%)、733 本/ha (61.5%)、710 本/ha (45.1%) で、実数では対照区が、割合では強

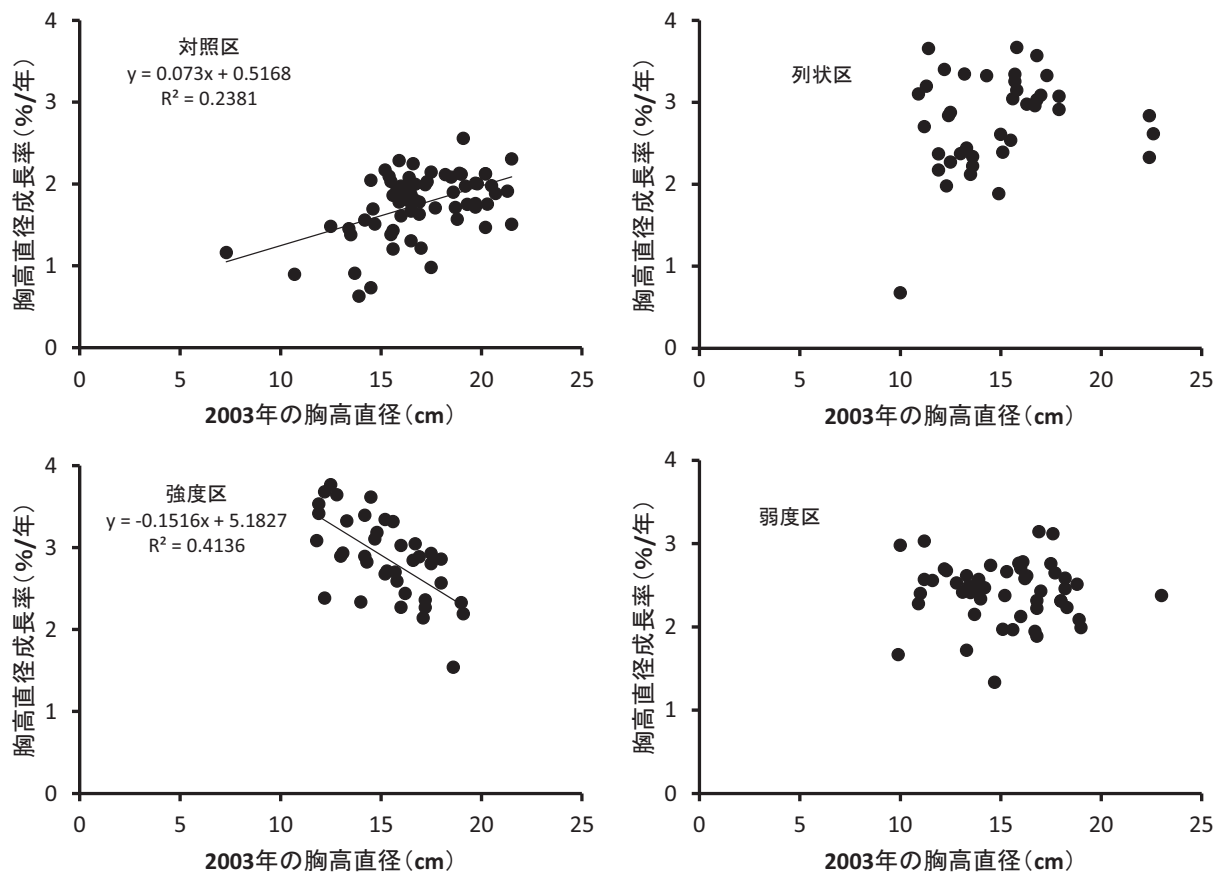


図-5. 2003 年の胸高直径と 11 年間の胸高直径の年平均成長率の関係

表-2. 2009年（間伐6年目）と2013年（間伐10年目）での幹からのヤニの流出と幹の変形状況評価

評価	対照区				列状区				強度区				弱度区			
	2009		2013		2009		2013		2009		2013		2009		2013	
	本数	%	本数	%	本数	%	本数	%	本数	%	本数	%	本数	%	本数	%
-	48	71.6	6	9.0	37	94.9	16	41.0	32	82.1	9	23.1	27	52.9	9	17.6
+	16	23.9	50	74.6	1	2.6	21	53.8	6	15.4	27	69.2	16	31.4	30	58.8
++	1	1.5	6	9.0	1	2.6	1	2.6	1	2.6	2	5.1	6	11.8	9	17.6
+++	2	3.0	5	7.5	0	0.0	1	2.6	0	0.0	1	2.6	2	3.9	3	5.9
合計	67	100	67	100	39	100	39	100	39	100	39	100	51	100	51	100

度区で最も高い値を示した。

間伐直後（2003年）と10年後（2013年）の胸高直径の関係（図-4）を回帰式で比較すると、対照区と列状区は他の2つの区に比べて傾きが大きかったのに対し、強度区は傾きが小さい代わりにy軸の切片が高い値を示した。弱度区はこれらの中間を示した。また、2003年時の胸高直径と11年間の胸高直径の年平均成長率の関係（図-5）を各処理区間で比較すると、対照区では上位の直径ほど成長率が高かったのに対し、強度区では逆に下位の直径ほど成長率が高かった。また、列状区と弱度区は全体的に対照区よりも成長率が高かったが、はっきりとした傾向はみられなかった。

### 3 ヤニの流出と漏脂病被害木の推移

間伐後6年目と10年目において、幹からのヤニの流出と漏脂病被害木をそれぞれの区で比較した（表-2）。2009年（6年後）には、半数以上の立木で「-」と評価された。「++」および「+++」の割合は、弱度区15.7%、対照区4.5%、列状区および強度区2.6%の順であった。2013年（10年後）では半数以上で「+」以上と評価された。「++」および「+++」の割合は、弱度区23.5%、対照区16.5%、強度区7.7%、列状区5.2%の順であった。「-」と「+」～「+++」の胸高直径には差は認められなかった（1元配置分散分析、 $p>0.05$ ）が、後方で形状比が高い傾向がみられた（1元配置分散分析、 $p<0.05$ ）。

## IV 考察

この一斉林は、47年生で樹高12.5～14.2mという成長から、地位級3に相当（石川県農林水産部造林課，1983）し、アテ林分としてはやや地位が低いと考えられる。

対照区は、本数が多いため林分材積が500m<sup>3</sup>（ $R_y=1.04$ 、年平均成長量20m<sup>3</sup>）を超え、他の3区を大きく上回っていた（表-1）。しかも、10年後の胸高直径18cmまたは22cm以上の本数が最

も多く、現状では最も生産性の高い林分と考えられる。しかしながら、胸高直径の成長量や成長率（図-1，5）または林分材積の成長率も小さく、枯れ枝の付着率が高い（表-1）ことから、このまま放置した場合はいわゆる「間伐手遅れ林分」へ変化してしまう可能性が考えられる。一方、他の3区は間伐によって幹の肥大成長が促進され（図-1，5）、対照区に比べ林分材積の成長率が高まり利用径級の割合も増加（表-1）していることから、間伐の効果が現れていることを示している。

強度区は、林分材積の成長率が高く（表-1）幹の肥大成長量も大きかった（図-1）ため、10年間で平均胸高直径は対照区と同等になり（図-2）、大部分が利用可能な胸高直径に達している（図-3）。このことは、なるべく早く利用径級へ誘導することを考えた場合には、この程度の強さの間伐（本数間伐率35%、材積間伐率30.9%）は有効であると考えられる。また、2003年と2013年での胸高直径の関係を回帰式で比較（図-4）すると、他の区に比べy軸の切片が高く傾きが小さかったことから、強度区は小直径階の成長量の促進に効果的であったことを示している。それは胸高直径の成長率を比較しても明らかで、強度間伐では間伐前の下位の直径木ほど成長率が高い傾向がみられる（図-5）。さらに、間伐10年後の直径階別本数分布でも、他の区に比べ分布範囲が狭くなっている（図-3）ことから、間伐の結果、全体的に径級が揃う傾向にあるようである。しかも、下枝には枯れ枝はほとんどないことから、間伐効果はまだ持続していることを示唆している。したがって、柱材や土台材の収穫が目的であれば現時点で主伐も可能と考えられる。また、現在 $R_y=0.63$ であることから、さらに大径材生産を目指す場合でもしばらくは間伐の必要はないと考えられる。

列状区は、間伐強度が強度区と弱度区の間であったにもかかわらず、直径成長量（率）が弱度区とほとんど差はなく（図-1，2，4，5）、林分材

積成長量や同成長率は弱度区よりも小さかった(表-1)。また、10年後の胸高直径階本数分布図で比較しても、18 cm以上または22 cm以上の径級の本数または割合は弱度区よりも少なかった(図-3)。このことから、列状間伐は今回の試験ではそれほど効果的であったとは言えないと考えられる。これは、間伐列に面した立木の成長はよかったものの、3 残の真ん中の列の成長が思わしくなかったことが原因と考えられる。しかし、胸高直径成長量が強度区に次ぐ大きさであること、樹高成長量が最も大きいこと、枯れ枝の付着率も強度区に次いで低かったことなどから、間伐効果は持続していると考えられる。現在、 $R_y=0.66$  とそれほど高密度の状態ではないが、数年のうちに残存列の中心を間伐する必要があると考えられる。

弱度区は、林分材積成長量は対照区に次いで、同成長率は強度区に次いで高かった(表-1)。また、胸高直径18 cmまたは22 cm以上の本数も対照区に次いで多かった(図-3)。このことから、現状では間伐によって生産性の高い林分へ誘導されていると考えられる。しかしながら、 $R_y=0.77$  で枯れ枝の付着率が対照区に次いで高く、胸高直径の成長量(率)も対照区に次いで小さかった(図-1, 2, 4, 5)ことから、今後放置状態が続いた場合は対照区と同様に過密林分へ変わってしまう可能性が考えられる。したがって、現時点で2回目の間伐が必要と考えられる。

間伐6年目と10年目の漏脂病についての調査結果から、4年間でヤニの流出が「+」と評価された立木の割合が増加していた(表-2)。とくに、「++」以上と判定されてものが弱度区で23.5%に、対照区で16.5%増加していた(表-2)。このことから、過密な林分で若干増加傾向にあると考えられる。ヒバの調査でも収量比数( $R_y$ )の高い林分ほど漏脂病の本数被害率が高い傾向にあることが示されている(兼平・田中, 2002)。間伐直後に調査を行っていないことから、間伐の影響の有無は明らかではないが、6年目から10年目の結果からは過密化が影響を与えていることが示唆された。被害木の形状比がやや高かったことから、対照区や弱度区では過密化による肥大成長抑制が何らかの要因をもたらしていることも考えられる。漏脂病被害木は、林分平均胸高直径10~20 cmで最も多く、25 cmを超えると減少傾向になることが報告(矢田, 2005)され、この林分では今後減少に向かう

時期とも考えられる。

以上のことから、地位の比較的低いアテ一斉林に対する間伐は成長促進という意味で効果的であったと考えられる。材積の割合で20%程度の間伐を行う場合は、10年でさらに間伐が必要であるが、30%であれば収穫率が高い上に、次回の間伐時期はもう少しスパンを長くすることが可能と考えられる。列状間伐は、コストとの関係を含めて2回目の間伐以降に改めて評価する必要があると考えられる。漏脂病被害抑制という意味でも適期に間伐を実施することは重要と考えられる。

## 引用文献

- 石川県農林水産部造林課(1983)石川県アテ人工林分収穫予想表. 93pp.
- 兼平文憲・田中功二(2002)間伐等の施業による森林被害軽減・回避効果の評価に関する調査. 青森県林業試験場報告. 平成13年度:34-37.
- 鮎野義夫(1993)新版・石川県地質図. 石川県.
- 小谷二郎(2004)スギ人工林の冠雪害と広葉樹の侵入パターン. 石川県林業試験場研究報告35:1-86.
- 鈴木和夫・紙谷智彦(1989)アテ(ヒノキアスナロ)漏脂病. 森林防疫38:6-11.
- 矢田 豊(2005)アテ漏脂病の被害特性の解明. 石川県農林水産研究成果集報7:38.
- 矢田 豊・小谷二郎(1989)多雪地帯におけるヒノキ・アテ漏脂病の発生実態-石川県小松市におけるアテ林の被害状況-. 日本林学会大会発表論文集100:621-622.