

## 枝打ちによる幼齢木の雪害軽減効果と幹成長への影響

中野 徹夫・小谷 二郎

### I はじめに

石川県内には、多雪地帯並びに豪雪地帯が分布しているが、これらの地帯における育林技術は十分確立されていない。そのため、林家や行政から雪害軽減についての技術開発が強くのぞまれている。造林木の雪害防除に関しては、これまでに多くの調査、研究がなされており、枝打ちの効果について論じたものも多い。枝打ちは、主に積雪の圧力による倒伏や幹の割れなどを軽減することを目的に行われているが、その効果については肯定的なものが多くみられるが、一方では否定的なものや否定に至らずとも積極的に効果を認めないものも多い。

そこで、昭和62年と平成元年に1か所ずつ傾斜地に枝打ち試験地を設定し、雪害と幹成長について観察してきたので、その結果を報告する。

### II 試験地と試験の方法

#### 1 試験地の概要と試験区の設定

##### (1) 小松試験地

小松市西俣地内で標高220m、北西向き斜面で、その傾斜は17度、土壌はB<sub>D</sub>型である。ここに植栽されている8年生のスギ林を対象に約0.1haの試験地を昭和62年11月に設定し、図-1に示すように枝打処理区と枝打無処理区（以下枝打区、対照区と表現する）を2区ずつ設けた。

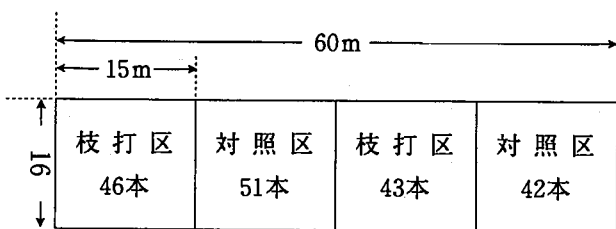


図-1 小松試験地平面画

なお、試験区内の立木で、最初から樹冠の偏奇したものや、補植等で生育が著しく劣っているものは調査の対象からはずした。その結果、調査対象木は、枝打区89本、対象区93本である。

##### (2) 河内試験地

河内村板尾地内で、標高350-400m、西南西向き斜面で、その傾斜は37度、土壌は、大きな角石礫を含むB<sub>D</sub>~B<sub>E</sub>型の崩積土である。ここに植栽されている8年生のスギ林を対象に約0.7haの試験地を平成元年11月に設定し、その中に16m四方の枝打区と対照区を1区ずつ設けた。樹冠の偏奇した立木や生育の著しく劣った立木は、小松試験地と同じように調査の対象から除いた。調査対象木は枝打区44本、対照区42本である。

#### 2 枝打ちの処理基準

枝打ちの処理基準は図-2に示すように、各試験木の樹高の1/3とし、小松試験地、河内試験地とも、試験地の設定時から3年連続して毎年11月に枝打ちした。つまり、2年目、3年目は樹高の伸長量の1/3だけ枝打ちしたことになる。3年連続して枝打ちした理由は、樹高の1/3下枝切除を基準とし、それが雪害の防止につながるか否かを検討することを目的にしたためである。枝打ちを1回だけで終わらせると、その年に積雪が少なければ、目的が十分達せられないし、また、2年目、3年目になると枝打木も樹高が増し、枝打ちの割合が小さくなるからである。

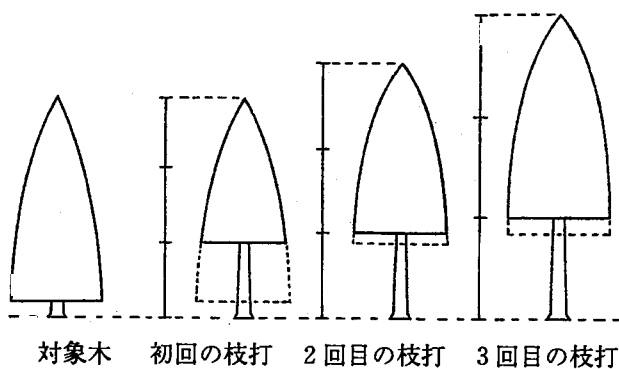


図-2 枝打処理の模式図

#### 3 傾幹幅（根元曲り水平長）の測定

雪圧による倒伏の被害程度を示す指標として、傾幹幅を測定した。その方法は図-3に示すとおり、立木の山側の根元にポールを鉛直に立て、1.2mの高さにおけるポールと幹の間の水平距離を測定した。

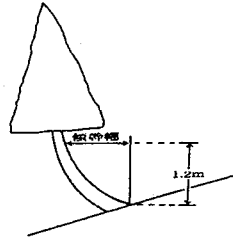


図-3 傾幹幅測定の様式図

#### 4 樹高と胸高直径の測定

枝打ちが幹の成長に及ぼす影響を知るため、樹高と胸高直径を測定した。樹高の測定は逆目盛測定器を用いて2人で測定した。すなわち、1人は試験木の根元から40cm以内の水平方向に測定器を立てて伸縮させた。他の1人は試験木の頂上が目の高さとほぼ水平になるような斜面の上部に位置して、測定器の伸縮を指示することにより、cm単位で樹高を測定した。

直径の測定は、地上から約1.2mの部分で枝元の隆起等の影響のない所にペンキで印をし、山側方向よりノギスを用いてmm単位で測定した。

### III 結果と考察

#### 1 枝打処理と雪害

豪・多雪地帯におけるスギの幼齢木は、冠雪、積雪の沈降圧および匍行圧によって、倒伏や幹割れ等の雪害を受ける。石川県内の傾斜地における雪害の多くは倒伏であるため、降雪前と消雪後に試験地の状況を観察するとともに、傾幹幅を測定した。また、試験地の積雪深については、最寄りの集落の積雪深等を参考にして求めたもので、試験地設定後の推定積雪深を表-1に示す。

表-1 試験地の積雪状況

年度	試験地	小松試験地	河内試験地
昭和62年度冬期		130 cm	cm
〃 63 〃		110	
平成元年度冬期		140	140
〃 2 〃		230~250	250~270

#### (1) 小松試験地

昭和62年11月に試験地を設定した時の試験木の平均樹高は、枝打区、対照区とも4mを少し超えた程度であったが、表-1にみられるとおり、その後の3年間は積雪が少なく、平均樹高に対する積雪深は多い時でも1/3以下であったため、雪害

は生じなかったものと思う。北中・加藤(8)は平均樹高が積雪深の2倍以上になると埋雪や倒伏が少なくなると述べている。

平成2年度冬期は250cmの積雪があったが、その時の平均樹高は、枝打区が6.7m、対照区が6.9mに成長しており、積雪深の2.7倍になっていた。そのため、雪害は対照区に倒伏木(回復困難)が1本生じただけであった。

次に、測定した傾幹幅の変動を図-4に示す。枝打区より対照区の方が、少し変動が大きい、一降雪期における変動量は数cmと小さいため、問題にするほどのものではない。欠測があるのは、定期調査の際、幹の傾斜については外見上ほとんど変化がなかったため、測定を省略したものである。

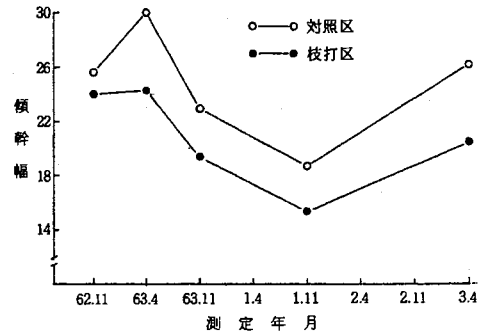


図-4 傾幹幅の変動(小松試験地)

#### (2) 河内試験地

##### ア 枝打ちと雪害の関係

平成元年11月に試験地を設定した時の試験木の平均樹高は、枝打区が308cm、対照区が302cmであった。その冬の積雪深が140cm(1月下旬)であるから、樹高は積雪深の2倍を少し超えていたことになる。雪が消えた3月14日に調査したところ、雪害はほとんどみられなかった。強いてあげれば、樹高の小さい立木に傾幹幅が大きくなっていたことである。次に、平成2年度冬期は250~270cm(2月下旬)の積雪があり、平均樹高は枝打区、対照区とも4mに少し足りない程度であった。4月5日に調査したところ、部分的には地肌の現われた所もあったが、全般的に10cm程度の残雪があり、まだ埋雪状態のものや、埋雪状態は脱したもの、の起き上がりが十分でなく、傾幹幅の測定ができなかったものもあった。これらを雪害状況としてまとめると表-2のとおりである。枝打区より対

表-2 河内試験地の雪害状況 (3年4月5日)

試験区	区分	全本数	平均樹高 (cm)	雪害状況		備考
				埋雪木	起上りが不十分で傾幹幅の測定が不能なもの	
枝打区		44	386±93	6本	2本	雪害木8本の平均樹高 250±22 cm
対照区		42	393±73	6	6	雪害木12本の平均樹高 338±63 cm

注) ±は標準偏差

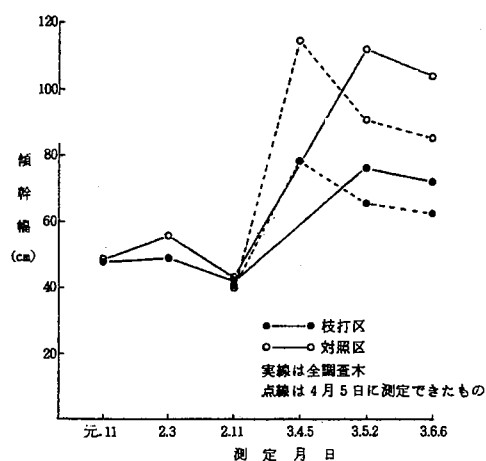


図-5 傾幹幅の変動 (河内試験地)

照区に雪害が多く現われており、また、枝打区対照区とも樹高の小さいものに雪害が現れていることがわかる。なお試験地の残雪はその状況からして数日後には消えたものと思う。次の5月2日の調査では、対照区に、根元の幹割れが生じたものと根切れ(斜面上部)を起したものがそれぞれ1本ずつ認められた。

次に、傾幹幅の変動を図-5に示す。平成元年度冬期は、積雪が少なかったので変動量は小さいが、枝打区と対照区を比較すると枝打区が小さい。平成2年度冬期は大きな変動がみられる。つまり立木は斜面下部方向へ大きく傾いたのである。4月5日の調査時点では残雪もあり、傾幹幅が測定できなかった試験木もあったことは前述したとおりである。そこで、4月5日に測定できたもの、すなわち枝打区の36本と対照区の30本だけについての変動も図-5に表わした。この図から、試験木全体についても、4月5日に測定できた試験木だけについても、枝打ちをした立木の方が変動量はずっと小さいことがわかる。降雪前の11月の調査時点における樹高(表-4参照)および傾幹幅は、枝打区、対照区ともほぼ同じ値を示しているので、好条件のもとで試験がなされたわけである。

つまり、枝打ちを実施することにより、雪圧による倒伏が軽減されたわけである。6月中旬には試験地の持主によって木起し作業が行われたが、最終調査の3年6月6日の傾幹幅の測定値から、前年11月の傾幹幅の測定値を減じて傾幹幅の変動量を求めたところ、枝打区の平均値は30cmで、対照区のそれは60cmであった。平均値の差を検定したところ、1%水準で枝打区と対照区の間有意差が認められた。穴見(1)、小野(6)、片岡・佐藤(7)、石川他(5)は、枝打ちしたものは、しなかったものより雪圧が小さくなるので、雪害が軽減されることを報告している。また、佐藤(8)、石川他(5)は、融雪期における倒伏状態からの回復は枝打木の方が速いことを指摘している。

これに対し、栗田、井沼(2)(3)は樹高150cm程度のスギ林を対象に、樹高の1/2、1/3、1/4の枝打ち試験を実施し、強度の枝打ちは成長に著しく影響し、埋雪期間を長びかせ、被害を助長することもありうるとして、枝打ちの雪害軽減効果に否定的見解を示している。しかし筆者は、この枝打試験の対象になったスギ林は小さ過ぎるし、雪害との関係を観ていないので、実状(本題)に沿った試験とは思えないのである。また、山形分場多雪地帯造林研究室(17)、早川(16)、野表(15)は、枝打ちが積極的に積雪を軽減する効果はみられなかった、と述べている。

いずれにしても、平成2年度冬期はかなりの雪害を受けたが、積雪深に対する樹高の比をみると約1.5倍であり、相対的に樹高が小さくなったため、このように雪害が生じたのである。四手井(14)は造林木の樹高が積雪深の2倍以下であれば、埋雪や倒伏の害を受けやすいことを指摘している。小野(6)、児玉・井沼(9)の調査結果からも、これと同じ意味のことがくみとれる。

#### イ 樹高および直径と倒伏の関係

ところで、樹高および直径と倒伏(傾斜を含む)

の関係についてながめてみよう。倒伏の指標として傾幹幅を測定したので、ここでは樹高および胸高直径と傾幹幅の変動量の関係を求めた。平成2年度冬期の降雪により多くの試験木が倒伏したのであるが、3年5月2日の調査時には倒伏した試験木もすべて傾幹幅の測定が可能な状態にまで起き上っていた。そこで、3年5月2日の傾幹幅の測定値から、降雪前の2年11月の傾幹幅の測定値を減じて傾幹幅の変動量を求め、樹高および胸

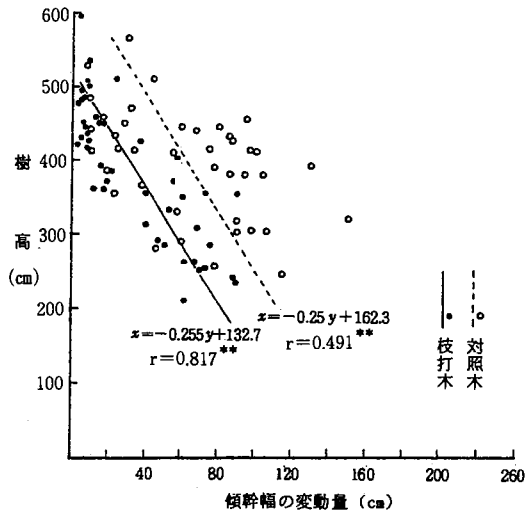


図-6 樹高と傾幹幅の変動量の関係

傾幹幅の変動量とは、3年5月2日の傾幹幅の測定値から2年11月の傾幹幅の測定値を減じたもの

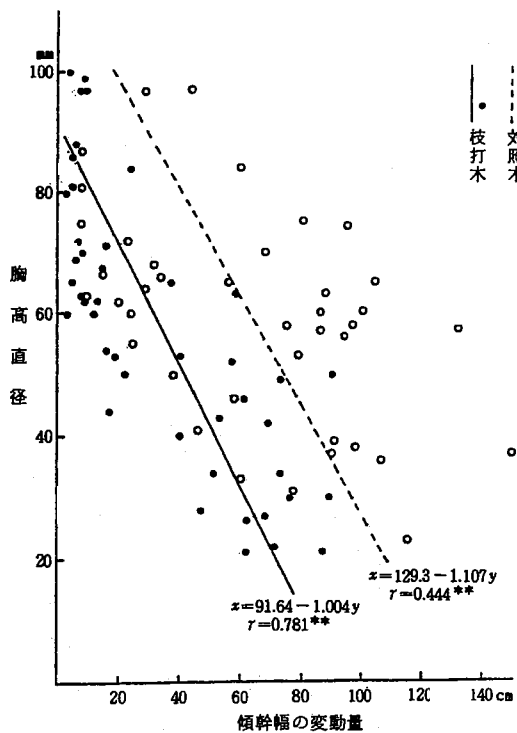


図-7 胸高直径と傾幹幅の変動量の関係

高直径との関係を図-6・7に示した。ただし、根元部の幹割れを起したものと、根切れを起したものは除外した。

樹高と変動量の関係については、図-6からうかがえるとおり、枝打区、対照区とも1%水準で有意な相関が認められたが、対照区は変動量のバラツキが大きいため相関係数は低い、この図から、枝打区、対照区とも樹高が小さくなるにつれて変動量が大きくなっていることがわかる。つまり、樹高の小さい立木ほど雪圧による倒伏が大きいことを示しているのである。佐藤(11)、児玉・井沼(9)もこれと同じ意味のことを述べている。

次に、胸高直径と変動量の関係については、図-7からうかがえるとおり、相関係数はわずかに低くなったものの、やはり枝打区、対照区とも1%水準で有意な相関がみられた。つまり、直径の小さい立木ほど雪圧による倒伏が大きいことを表わしているのである。

樹高が大きくなれば、直径も大きくなるのであるから、倒伏との関係において、樹高と直径が同じ傾向を示すのは当然のことと言えよう。ただし、倒伏は直径よりも樹高との関係において、より相関が高いので、雪害関係の対策を立てたり、施業する場合は、樹高を基準にするのがより妥当である。

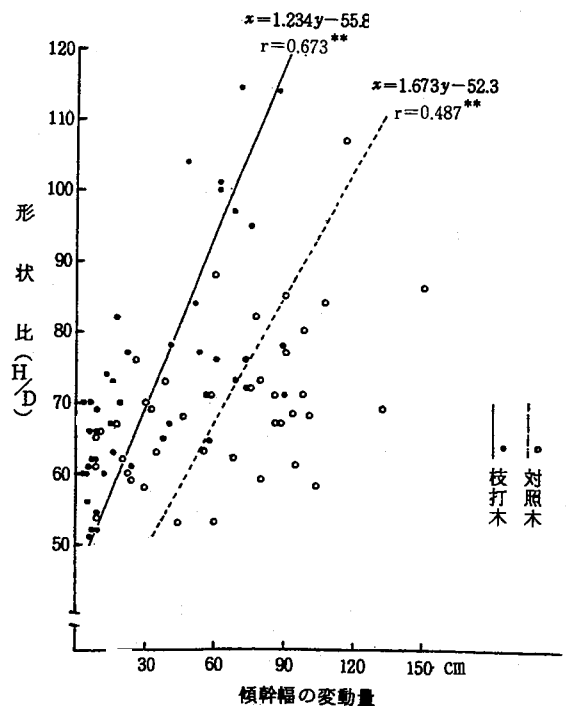


図-8 形状比と傾幹幅の変動量の関係

### ウ 形状比と倒伏の関係

形状比（樹高/胸高直径）と傾幹幅の変動量の関係を求めて図-8に示した。ここでの変動量は、図-6と同じく平成3年5月2日の傾幹幅の測定値から、前年11月の傾幹幅の測定値を減じたものである。また根元の幹割れ木と根切れ木は除外した。樹高と倒伏の関係を表わした回帰式（図-6）よりも、相関係数はいく分低くなったものの、枝打区、対照区とも1%水準で有意な相関がみられた。つまり、形状比が大きくなるにつれて、雪圧による倒伏が大きくなっていることがわかる。

佐藤(11)、今野・矢野(10)、児玉・井沼(9)は形状比の大きいものほど埋雪しやすい、と述べている。この試験でも同じ結果を示したのである。

#### (3) まとめ

雪害防除を目的として、年平均積雪深が200～250cmの地域に、2か所の枝打試験地を設定し調査した結果、次のようなことがわかった。

- ㊦ 樹高が、最深積雪深を超えた時から最深積雪深の2倍強の高さの範囲にあっては、樹高の $\frac{1}{2}$ 程度の枝打ちは雪害の軽減になる。
- ㊧ 樹高が最高積雪深の3倍以上になると枝打ちの影響はほとんどみられない。
- ㊨ 倒伏や埋雪は樹高の小さいものほど（直径も小さいものほど）起きやすい。
- ㊩ 同じ樹高であっても、形状比の大きいものほど倒伏や埋雪が起きやすい。

㊦～㊩に述べたことは、一般的傾向として言えることであり、雪質や環境条件が異なれば状況も変わってくるであろう。例えば、石川林試構内にある同じスギとアテの立木が、平成2年度冬期の積雪(175cm)では倒伏しなかったのに、平成3年度冬期の積雪(90cm)で倒伏したものが多く観察された。この積雪にかかわる降雪日の平均気温は、平成2年度冬期が $-2.3^{\circ}\text{C}$  ( $-4^{\circ}\sim 1^{\circ}\text{C}$ )で、平成3年度冬期が $0.0^{\circ}\text{C}$  ( $-1^{\circ}\sim 1.5^{\circ}\text{C}$ )であった。3年度冬期は、2年度冬期の $\frac{1}{2}$ の積雪量であるが、3年度冬期の雪は湿雪であったため、逆に雪害が大きくなったのである。

児玉・井沼(9)は立木の埋雪は雪の降り方、積雪量、傾斜などによって異なることを指摘しており、石川他(4)は雪害の発生は積雪量ばかり

でなく、雪の降り方が密接に関係すると述べている。また、児玉・井沼(9)は健全な成長をしている立木には倒伏が少なかったことを指摘し、健全な成長を促す保育の大切さを強調している。筆者らも、つる切り作業を怠った造林地では、樹冠の偏奇したものが多く、そのことが雪害を助長している状況を何度か観察している。留意すべきことである。

## 2 枝打ちが幹成長に及ぼす影響

枝打ちが幹成長に及ぼす影響については多くの報告がある。それらの枝打試験の内容は、樹高又は樹冠長の何割かを1回で枝打ちし、その後の状況を2～数年にわたって観察したものが多し。その結果は、枝打ちの程度が大きくなるほど幹成長の減退が大きくなることを報告している。今回の枝打ちは1回だけに止まったのではなく、前述したとおり、3年間連続して樹高の $\frac{1}{2}$ だけ枝打ちしたものである。

### (1) 小松試験地

調査の対象木は前述したとおり枝打区89本、対照区93本である。枝打ち後の成長状況を図-9に、年間の成長量を表-3に示す。また、図-10には年間成長量を指数化して表した。試験開始時における試験木の大きさは、図-9からうかがえるとおり、枝打区、対照区ともほぼ同じ条件とみてさしつかえない。

樹高成長については、対照区の成長量に比較し

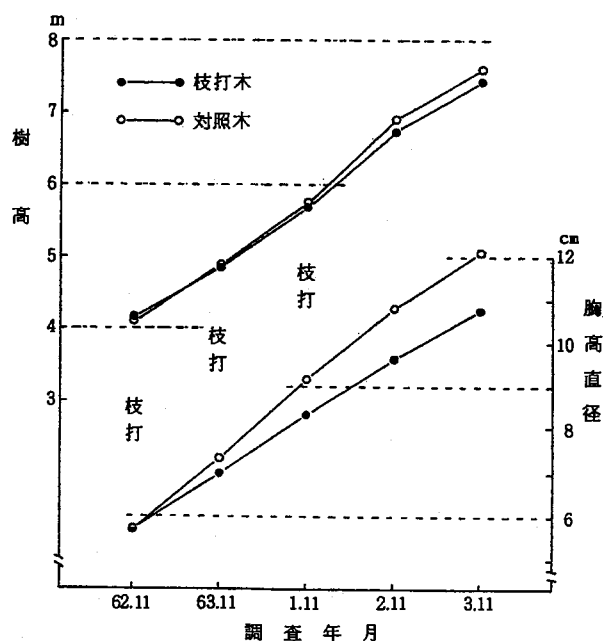
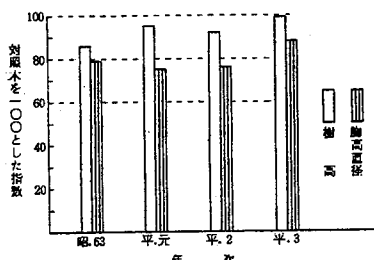


図-9 幹成長に及ぼす枝打ちの影響 (小松試験地)

表一 3 枝打ち後の年間成長量 (小松試験地)

区 分	試 験 区	昭 63 年	平 元 年	平 2 年	平 3 年	計
樹 高	枝 打 区	69 cm	83.5 cm	105 cm	69.5 cm	327 cm
	対 照 区	80	87.5	114	70	351.5
胸高直径	枝 打 区	1.30	1.35	1.25	1.15	5.05
	対 照 区	1.65	1.80	1.65	1.30	6.4



図一10 幹成長に及ぼす枝打の影響 (毎年の成長量を指数化したもの)

て枝打区の成長量は、平成2年までは10%前後の成長減退がみられるが、平成3年にはほぼ回復している。つまり、枝打ちの次の年は成長は減退するが、3回目の枝打ちから2成長期目に入ると、枝打ちの影響はほぼ消えているのである。枝打後の4年間の成長量は、対照区の351.5cmに対し、枝打区が327cmであるから、その成長差は24.5cmである。対照区の4年間における平均年成長量は88cm、枝打区のそれは82cmであるから、成長差の24.5cmは年成長量の約1/3となる。今後は枝打ちの影響は現われないと推察されるので、枝打ちによる成長遅延は1成長期の1/3となり、問題になるほどのものではない。

直径成長については、枝打ちの影響が樹高成長以上に現われていることが図9・10からはっきりとかがえる。最初の3年間は枝打区の成長量は対照区の成長量の80%以下であるが、4年目の平成3年には88%までに回復している。4年間の成長量をみると、対照区が6.4cm、枝打区5.05cmであるから、その成長差は1.35cmである。対照区の4年間における平均年成長量は1.60cm、枝打区のそれは1.26cmであるから、成長差の1.35cmは対

照区を基準にすれば1成長期弱、枝打区を基準にすれば1成長期強の成長遅延となる。枝打区の成長はまだ回復していないが、ここに示した図表から推察すると平成4年には対照区との差はほとんどなくなるものと思われる。また、ほぼ同じ大きさのスギで中野(26)が行った枝打ち試験の結果を参考にすると、この枝打ちによる成長への影響は1成長期～1成長期強の成長遅延と考えるのが妥当であろう。

このように枝打ちの影響は樹高成長より直径成長に大きく現われたのである。既往の報告の多くは、スギ以外の樹種についても、枝打ちは樹高成長より直径成長に大きな影響を及ぼすことを指摘(18~24・26・27)している。今回も同じ結果が得られたのである。しかし、逆に直径成長より樹高成長に大きく影響したという報告(10)もある。

#### (2) 河内試験地

試験地設定時からの累積成長と年間の成長量をまとめて表4に示す。平成3年は所有者の都合により下刈りを省略したため、クズやフジ等のつる植物が繁茂し、試験木の生育にもいくらか影響がみられた。そのため、樹冠先端部が曲がったものもみられ、正確な樹高測定ができなかったので、胸高直径だけを示した。

第1回目の枝打ちを行った翌年の樹高の成長量は、対照区の91cmに対して枝打区は78cmであり、対照区を100とした場合、枝打区は86となる。小松試験地における第1回目の枝打ちを行った翌年の樹高成長量を、対照区を100とした場合の枝打区の指数は86であったから、枝打ちの樹高に対す

表一 4 幹成長に及ぼす枝打の影響 (河内試験地)

区 分	試 験 区	累 積 成 長			年 間 成 長 量	
		平 元 年 11 月	2 年 11 月	3 年 11 月	平 2 年	平 3 年
樹 高	枝 打 区	308 cm	386 cm	— cm	78 cm	— cm
	対 照 区	302	393	—	91	—
胸高直径	枝 打 区	4.10	5.73	7.28	1.64	1.54
	対 照 区	4.04	5.91	7.68	1.87	1.77

表-5 枝打 功 程

枝 打 人	枝 打 歴	枝打用具	枝打本数	所用時間	1日(6時間)に換算
40才台後半	10 数 年	両刃ナタ	66 本	2 時間36分	152 本
20才台中葉	ほとんどなし	ノ コ	21	1 時間	126

る影響は両試験地とも同じ値で現われていることがわかる。

次に、同じく第1回目の枝打ちの翌年における直径成長について、対照区を100とした指数で見ると88となり、小松試験地の79より高い。つまり、河内試験地にあつては枝打ちの直径成長に及ぼす影響が小松試験地より小さかったわけである。枝打ち時における枝打区の平均樹高をみると、小松試験地が4.16mであり、河内試験地は3.08mである。枝打ちは、両試験地とも樹高の $\frac{1}{2}$ まで行ったので、小松試験地は地上1.39mの高さまで、河内試験地は1.03mの高さまで枝打ちしたことになる。したがって直径を測定した地上1.2mの部分は、小松試験地ではその多くが樹冠下にあり、河内試験地では逆に樹冠内にあつたのである。枝打ち後の成長の減退は樹冠内より樹冠下が大きいのであるから、このような結果が出るのは当然と言えよう。このことから、枝打ちが幹生長に及ぼす影響は小松試験地、河内試験地ともほぼ同じ傾向が得られたとみてさしつかえない。

### (3) 枝打ち功程

枝打ち功程は雪害とは全く関係ないが、林家や行政からも度々求められることなので、参考に述べる。調査したのは小松試験地における第1回目の枝打ちである。前述のとおり、平均樹高は4.16mで、樹高の $\frac{1}{2}$ の高さ(1.39m)まで枝打ちしたのであるが、それまでに枝払いなどは全くされていなかったため、地上20cm～30cmの部分から枝が付着していた。枝打ちしたのは2人で、1人は枝打歴10数年の経験を有する40才代後半の男性で、午前中45本を1時間40分で枝打ちし、午後は22本を56分で枝打ちした。枝打ち用具は午前・午後ともナタを使用した。いま1人は20才代半ばの男性で、体力は優れているも、枝打ち歴はほとんどないため枝打鋸を用いて21本を60分で枝打ちした。これらをまとめると表-5のとおりである。2人とも、1日中枝打ちすることを念頭において作業したのであるから、1日を実動6時間とすれば、

126～152本枝打ちできることになる。

## IV まとめ

年平均積雪深2～2.5m、造林地の傾斜17～37°という環境条件のもとで、平均樹高3～4mの倒伏害を受けやすい幼齡林において、樹高の $\frac{1}{2}$ の枝打ちを実施し、雪害軽減効果と幹の成長に及ぼす影響を検討した。その結果、樹高が最高積雪深の1.0～2倍強の高さの範囲にあつては、枝打ちが雪害の軽減に効果のあることがわかった。この高さの範囲にあつても、樹高の小さいものに雪害が多く現われ、また同じ樹高であつても形状比の大きいものに雪害が多いことがわかった。

幹生長に及ぼす影響については、この程度の枝打ちでは樹高成長には大きな影響はなく、1成長期の $\frac{1}{2}$ 以内の成長遅延に止まる。直径成長については樹高成長より大きな影響が現われ、1成長期強の成長遅延がみられた。年間の直径成長量をみると、小松試験地では4年間の平均で、枝打ち区が1.26cm、対照区が1.6cm、河内試験地では2年しか経過していないが、枝打ち区が1.59cm、対照区が1.80cmの成長量である。両試験地とも土壤が良好で生育の旺盛な時期でもあり、年輪幅に換算すればいずれの試験区も0.6cm以上の成長がみられるのである。良質材の条件の一つとして、年輪幅が密(2～3mm)で均一なことが挙げられる。スギ材で5mm以上の年輪幅を有するものは、仕上りや強度の面で大工や工務店が使用をいやがるため、木材市場においては格安で取引されていることは周知のとおりである。また、平均年輪幅が0.6cm以上のものは、日本農林規格では構造用製材品として1級に該当しなくなるのである。このように、良質材生産という観点からすると年輪幅は狭い方がよいのである。この試験地の場合枝打ちによって直径成長の減退はむしろ歓迎すべきことである。枝打ちしても、なお0.6cm以上の年輪幅が形成されているのであるから、このように生育良好な所では、樹高の $\frac{1}{2}$ より、もう少し強度

の枝打ちも検討する必要がある。

いずれにしても豪・多雪地帯における保育は、雪害の防除と良質材生産という二つの課題を解決するような方向で検討しなければいけないので、その林地の生産力（成長量）と積雪量を考慮して枝打ちを行うことが大切である。また、雪害は積雪量と並んで雪質も大きく影響するので、今回結果が得られた河内以外の地域でも試験を行う必要が感じられる。

### 参考文献

- (1) 穴見 清：雪害に対する枝打ちの効果、日林東北支部会誌、2-2、63-64、昭和27年
- (2) 栗田稔美・井沼正之：雪害防除を目的としたスギ幼齢木の枝打ちと成長について、日林東北支部会誌、19、昭和43年
- (3) 栗田稔美・井沼正之：雪害軽減を目的としたスギ幼齢木の枝打ちと成長の一例（第2報）、林試東北支場年報、第9号、113～116、昭和43年
- (4) 石川政幸・小野茂夫・川口利次：スギの雪害と雪の降り方について、林試東北支場年報、第11号、143～156、昭和45年
- (5) 石川政幸・小野茂夫・川口利次：埋雪中のスギ幼齢木に加わる雪圧—枝打ちの影響について—日林東北支部会誌25、昭和49年
- (6) 小野茂夫：スギ幼齢木の雪害と枝打ち、蒼林、4～8、82～77、昭和28年
- (7) 片岡健次郎・佐藤正平：スギの枝打ちと雪害、林試東北支場年報、第6号、165～171、昭和40年
- (8) 北中外弘・加藤六郎：幼齢木の整枝による雪害防止試験、石川県林試業報、第11号、昭和49年
- (9) 児玉武男・井沼正之：スギの幼齢木の形態と埋雪の速度との関係について、林試東北支場年報、第11号、157～161、昭和45年
- (10) 今野敏雄・矢野光夫：スギの幼齢木に対する枝打ちの効果について、日林東北支部会誌、20、15～18、昭和43年
- (11) 佐藤啓祐：スギ幼齢木の埋雪について、日林東北支部会誌、18、90～93、昭和41年
- (12) 佐藤啓祐：幼齢木の整枝による雪害防止試験、山形県林試報告、12号、昭和45年
- (13) 佐藤啓祐：スギ造林木の幼齢時の整枝について、山形県林試研報、第6号、49～78、昭和50年
- (14) 四手井綱英：雪圧による林木の雪害、林試研報No.73、昭和29年
- (15) 野表昌夫：豪雪地帯の造林技術（Ⅲ）、スギ幼齢木の整枝の影響、新潟県林試研報、第19号、45～56、昭和51年
- (16) 早川武彦：幼齢木の整枝による雪害防止試験、富山県林試研報、第2号、1～11、昭和50年
- (17) 山形分場多雪地帯林業第一研究室：雪害防除を目的としたスギ幼齢木の枝打ち効果の一例、林試東北支場たより、81、昭和43年
- (18) 田尻清三・漆戸 啓：枝打ちの程度と生長量について、御料林、136号、昭和14年
- (19) HEIMERS, A.E. : Effect of pruning on growth of western White Pine, Journal of forestry, 44, 昭和21年
- (20) YOUNG, H. E. and P. J. KRAMER, : The effect of pruning on the height and diameter growth of Loblolly Pine, Journal of forestry, 50, 昭和27年
- (21) MCCIAY, A. T. : The relation of growth to severity and season of pruning open-grown Loblolly Pine, Journal of forestry, 51, 昭和28年
- (22) 高原末基：スギおよびヒノキの枝打ちが幹の生長におよぼす影響、東京大学演習林報告、46号、昭和29年
- (23) BENNET, F. A. : The effect of pruning on the height and diameter growth of planted Slash Pine, Journal of forestry, 53, 昭和30年
- (24) SLABAUGH, P. E. : Effect of live-crown removal on the growth of Red Pine, Journal of forestry, 55, 昭和32年
- (25) FUJIMORI, T. and WASEDA, O. : Fundamental studies on pruning II. Effect of pruning on stemgrowth (1), Bulletin of the government forest experimental station, No.244, 昭和47年
- (26) 中野徹夫：枝打ちがスギの樹高および直径生長に及ぼす影響、石川林試研報、11号、1～9、昭和56年
- (27) 中野徹夫：枝打ちがアテの幹生長に及ぼす影響、石川林試研報、16号、13～18、昭和61年