

## 枝打ち作業の熟練度による枝打ち痕の違い

専門研究員 外 館 聖八朗

### 要 旨

枝打ちする人の熟練度が枝打ち痕にどのような影響を及ぼすかを、節解析によって検討した。また、枝打ちと関連する、枝の付け根の状態や幹の曲り、枝打ちの目安についてもふれた。

- 1 幹への枝の付け根の形は、力枝層の上と下とでは異なり、上層では凸型 下層では凹型となっている。
- 2 枝の太さは、付け根が凸型のものと凹型のものとは異なっており、凸型のものが凹型のものの約2倍の太さとなっている。
- 3 枝打ち後の枝の長さは、枝の付け根の形に左右され、凸型のものが長く、凹型のものの1.4倍となっている。また、熟練度が低い程、作業条件が悪い程長くなる傾向にある。しかし、大部分のものは9.5 mm以下となっている。
- 4 切口の巻込みを完了するまでの幹の太さは、枝打ち後の枝の長さに左右され、切口面の平滑性には影響されない。
- 5 付け根が凸型の枝や太い枝の枝打ちは、幹に傷を付ける危険性が大きい。また、傷を付ける場合は、熟練度が増すにしたがって減少するが、初心者は注意をはらっても10%程度傷を付ける。
- 6 幹に傷を付けると、必ずその部分から材の変色をひきおこしており、傷の程度と変色の程度は正の相関関係にある。
- 7 幹に傷を付けることを気にせず枝打ちすると、50%以上も幹に傷を付けてしまい、枝打ち後の枝の長さは期待した程短くはならない。

### 1 はじめに

枝打ちとは、生枝または枯枝を幹の付け根から除去することであり、一般的には無節材を生産するために実施される。

枝打ち作業の熟練度は、無節材生産に影響を及ぼす残枝長を左右するだけでなく、巻込長、切口の平滑性、幹への傷さらには材の変色をも左右する。

今回、枝打ち作業の熟練度と枝打ち痕の関係を中心にして調査したので、その結果を報告する。

なお、調査にあたり調査木を快く提供してくれた東磐井郡室根村 藤原敬一郎氏、遠野市上郷町 宮沢英司氏及び調査に協力いただいた千厩農林事務所の方々に対し、心からお礼申上げる。

### 2 枝の付け根の形態

枝の着生状態が、枝打ち痕の形態変化に及ぼす影響は大きい。

図-1は、スギの樹冠部を水平に1mごとに切断して、その枝・葉の状態を示した樹冠構造図である。

枝の量は5~6mの層が最大となっているが、葉の量や当年に生長した枝の量は7~8mの層が最大となっており、この層を一般的には力枝層と呼んでいる。

この樹冠部の幹を、枝(節)の中心を通るように縦に切断し(写真-1)、節の上側・下側における枝の付け根の形態及びその凹凸長(図-2)を測定した結果が図-3である。

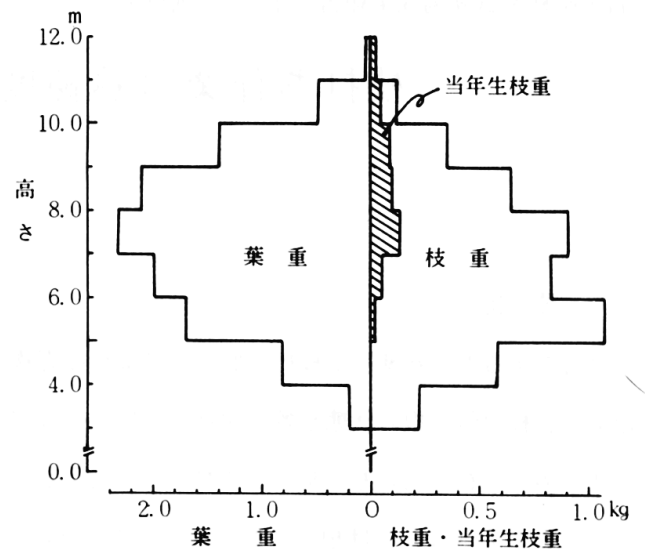


図-1 樹冠構造



写真-1 節の状態

(右: 枝打ち直後、左: 巻込み完了後)

なお、枝の付け根の形態は、図-2に示したように凸型・凹型・平行型に大区分される。

節の上側における付け根形態の出現傾向は、高さによる大きな変化はなく、凸型40~60%、凹型20~40%となっている。平均凹凸長は、力枝層以下の凸型が大きくなっているのを除くと、1~2mmとなっている。節の下側では、力枝層を境にして、付け根形態が大きく異なっており、力枝層の上層では凸型が多く出現し、その平均凹凸長が長くなっている。一方、力枝層の下層では凹型が多く出現し、その平均凹凸長も長くなっている。

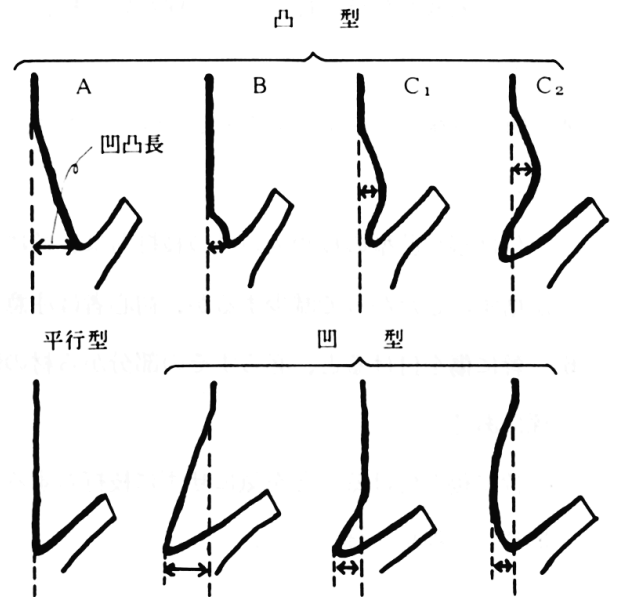


図-2 枝の付け根の形態と凹凸長

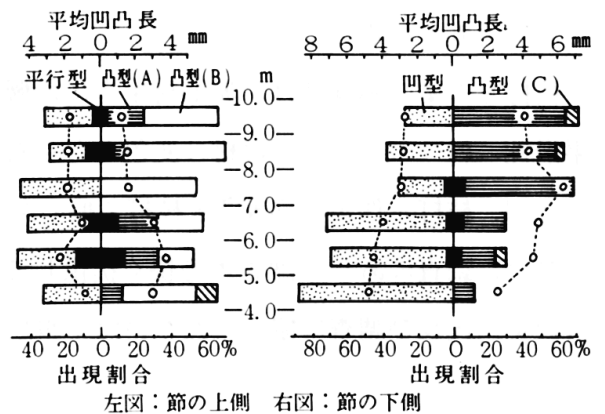


図-3 各層における枝の付け根の形態の出現割合と平均凹凸長

枝打ちしたとき、残枝長（後述）が長くなりやすく、しかも幹にも傷を付けやすい付け根の形態は凸型であり、この中でも特にA型にその傾向が強いと考えられる。

凸型の小区分についてみると、節の上側は、力枝層の上層ではB型が圧倒的に多く、下層ではA型・B型が同程度となっている。また、節の下側は、力枝層の上・下層ともA型となっている。

### 3 熟練度の違いによる枝打ち痕

熟練度と枝打ち痕の関係を調べるために、枝打ちされたスギの節を前と同様に、幹を切断して測定した。（図-4）

測定したスギは、過去3回にわたって枝打ちされた15年生スギ（第1回目、第2回目、第3回目に枝打ちされた節をそれぞれA<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>、三者を合せたものをAとする。）と1回枝打ちの

22年生スギ（この枝打ちされた節をBとする。）であり、それらの枝打ち作業の熟練度は、3回枝打ちのものは、1回目よりは2回目、更に3回目の方が高く、1回枝打ちのものは初心者が実施したものである。道具は、斧または鉈を使用している。

測定した節の総数約250のうち、付け根の形態が、節の上側・下側ともに凸型あるいは凹型のものは約80%である。（前者の節を凸型節、後者を凹型節と呼ぶ。）

結果は次のとおりである。

#### (1) 残枝径と残枝長

図-5は、枝打ちされた枝の太さ（残枝径）と枝打ち後に残っている枝の長さ（残枝長）の関係を節の形態別に示したものである。（図-4参照）

両者の間に関係はなく、節の形態によって残枝径、残枝長が異なっていることがわかる。すなわち、凸型節と凹型節の残枝径は10.0mm前後を境にしており、残枝長は、大部分のものが、凸型節では9.5mm以下に、凹型節では7.0mm以下になっている。

図-6は、節の形態別の平均残枝径、平均残枝長である。

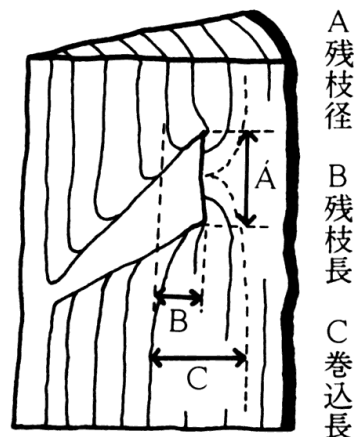


図-4 節解析における測定項目

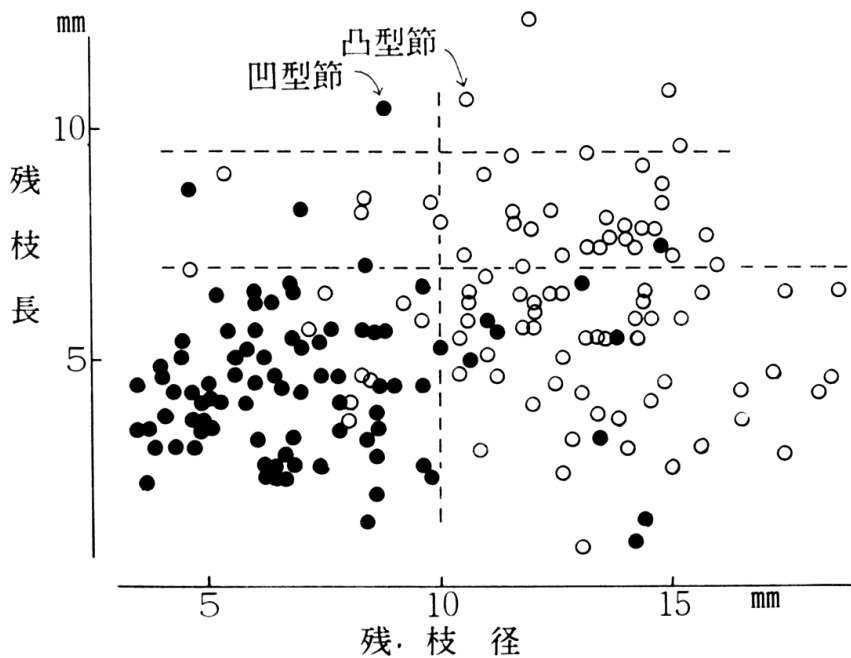


図-5 残枝径と残枝長の関係（Aのみ）

平均残枝径は、凸型節、凹型節ともにA<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>は近似しており、Bはこれらより2 mm程度小さくなっている。また、凸型節は凹型節より5～6 mm太くなっている。平均残枝長は、凸型節はA<sub>2</sub>が最短、Bが最長で、A<sub>1</sub>とA<sub>3</sub>は同程度となっている。凹型節は凸型節と同じ傾向である。凸型節と凹型節とでは、凸型節の方が1～2 mm程度長くなっている。

A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>とBを比較すると、凸型節、凹型節ともに、残枝径は前者の方が太いのに、残枝長は後者の方が長くなっている。このように、残枝長は残枝径とは関係なく、節の形態と熟練度によっている。A<sub>3</sub>の残枝長が長くなっているのは、枝打ち位置が高いという作業条件の劣悪さによるものと考えられる。

## (2) 切口の平滑性

枝打ちされた切口を、平滑、粗、折れの三種(図-7)に区分し、熟練度別、節の形態別に平滑に枝打ちされた割合を示すと表-1のようになる。その割合は、A<sub>3</sub>とBでは凸型節、凹型節ともに同程度となっているが、A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>では、凸型節の方が極端に多くなっており、枝径の太い凸型節の方が平滑に枝打ちされているものが多い。また、全節についてみると、A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、Bは20～40%と少なくなっているが、熟練度の最も高いA<sub>3</sub>は作業条件が最も悪いのにもかかわらず、平滑に枝打ちされたものが最も多くなっている。このように、切口の平滑性は枝径の太さには関係なく、付け根の形態と熟練度によっている。

表-1 熟練度別、平滑に枝打ちされた割合

	凸型節	凹型節	全 節
A <sub>1</sub>	52.5 %	7.1 %	40.7 %
A <sub>2</sub>	47.8	12.7	23.0
A <sub>3</sub>	88.8	89.5	89.1
B	33.3	40.0	34.7

しかし、あらかじめ、枝に受け口をつけてから枝を落とす方法と受け口をつけないで枝を落とす方法、あるいは付け根から10 cm程度離れた位置で、一旦枝を切り落としてから枝打ちする方法、更には、刃物の切れ味などによっても、切口の平滑性は

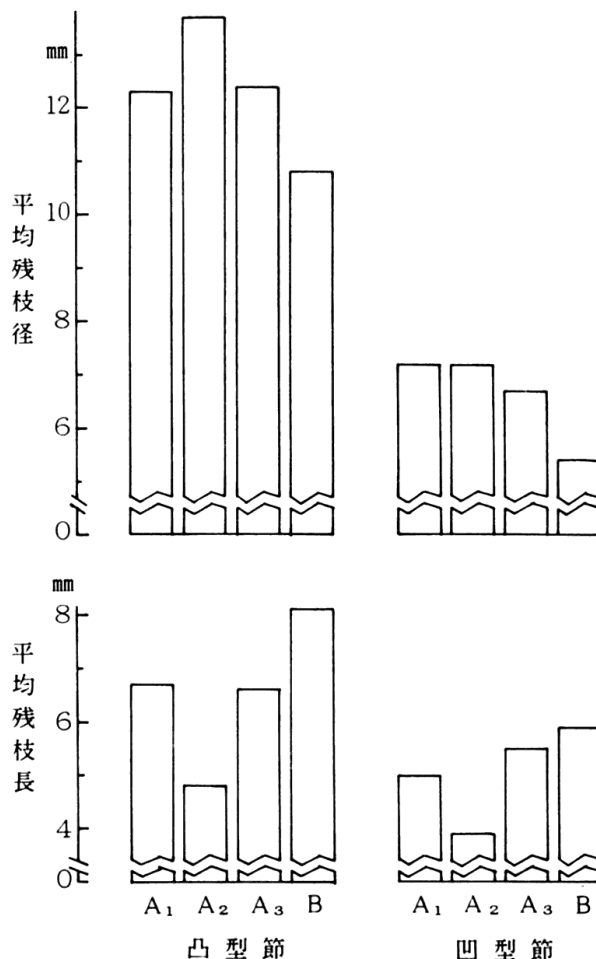


図-6 節の形態別平均残枝径・平均残枝長

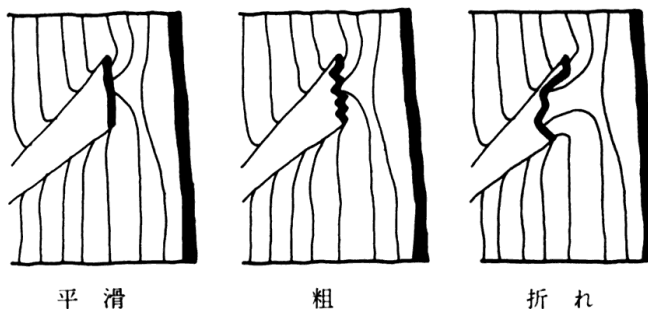


図-7 切口の平滑性 (模式図)

異なるものと考えられるが、ここでは検討していない。

枝打ちされた切口を巻込んでしまうまでの長さ（巻込長、図-4参照）は、切口の平滑性によって違いはなく、節の形態によって近似した長さとなっている。（図-8）しかし、切口からの腐朽の侵入程度は、切口の平滑に左右され、平滑なものほどその程度は小さいとされている。

### （3） 幹への傷

鋸を使って枝を落とすと幹に傷を付けることは少ないが、鉋や斧などの刃物を使用すると幹に傷を付ける危険性は大きくなる。

枝打ちするときには幹にも傷を付けてしまった節（これを「傷付節」と呼ぶことにする。）のうち、

85%のものが、その付け根の形態が凸型となっている。これは、付け根が凸型の方が傷を付けやすいことから当然考えられることであり、幹長1m毎の凸型節の割合と傷節の割合をみると両者は比例している。（図-9 左）

また、熟練度が増すほど幹に傷を付ける割合は少なくなっている。（図-9 右）

枝の太さとの関係は、直径10mm以下の枝では、幹に傷を付ける割合は10%以下であるが、15mm以上の枝では60%以上に急増している。（図-10）

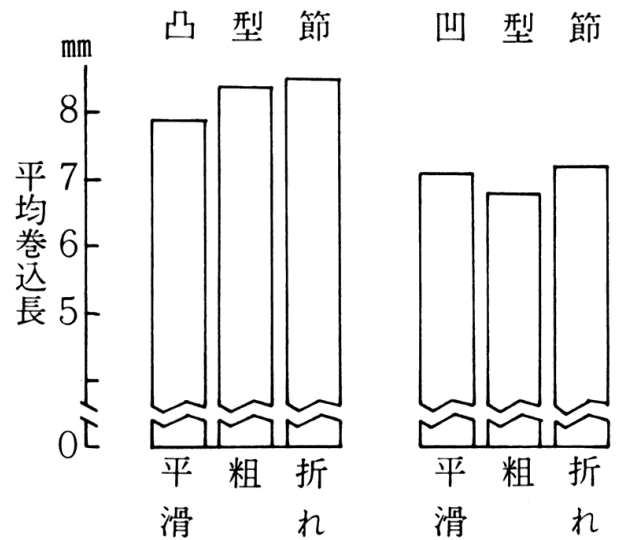


図-8 切口の平滑性別平均巻込長

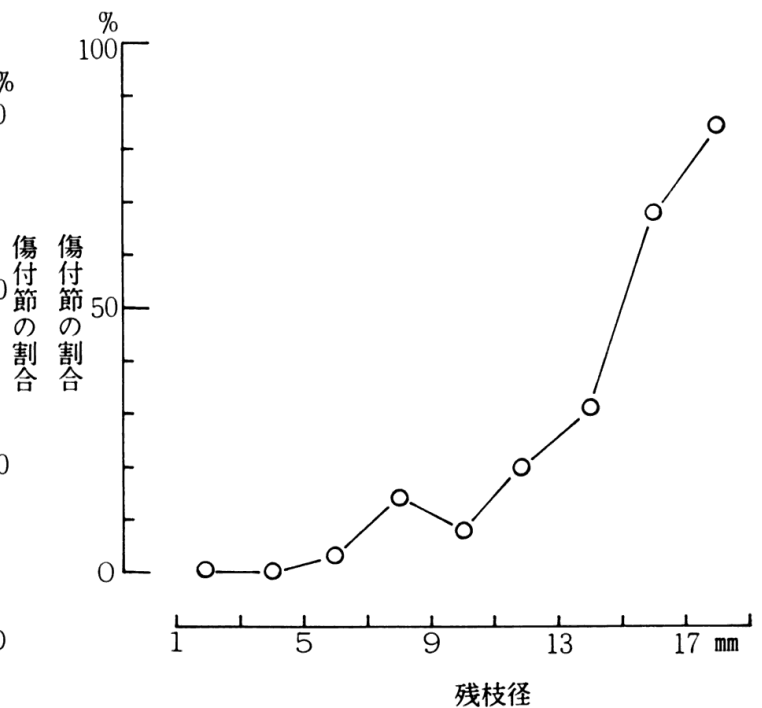
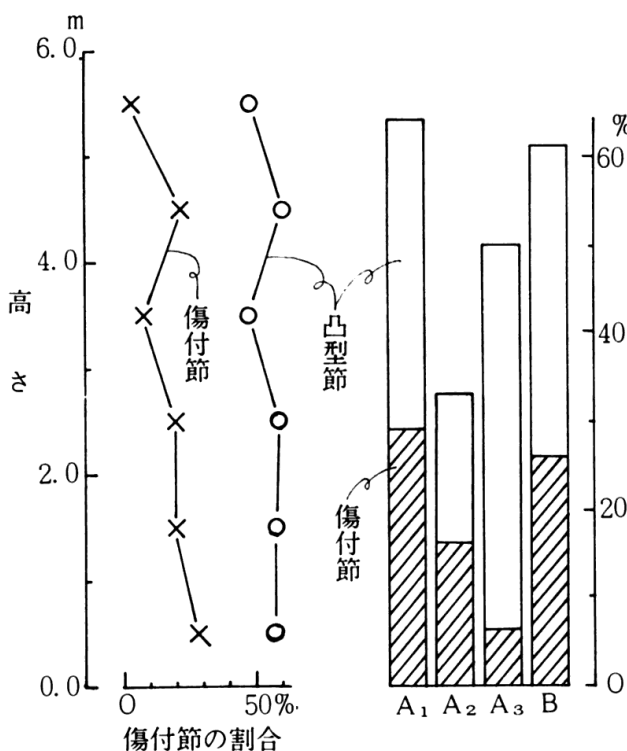


図-9 幹長1mごと(左)、熟練度別(右)の凸型節及び傷付節の割合

図-10 残枝径別傷付節の割合

次に傷の大きさ別に平均残枝径、平均残枝長、平均巻込長を求めると、平均残枝径は傷の大きさと正の関係に、平均残枝長、平均巻込長は負の関係にある。(図-11) すなわち、幹への傷は太い枝ほど大きく、また、傷が大きい節ほど残枝長や巻込長は短くなっている。このように、残枝長を短くするには幹に傷を付けるような枝打ちをするとよいが、幹に傷を付けると、次に述べるように、材の変色という、それ以上に重大な欠点を引き起こすこととなるので、幹に傷を付けることは厳に避けなければならない。

#### (4) 材の変色

枝打ちによって、材に変色現象が生ずることが知られており、これが近年、ボタン材として問題となっている。

枝打ちしたもののうち、材に変色を起こしているものは、全体の25%にも達している。また、傷付節の大部分は材に変色を引き起こしており、変色の程度と幹への傷の程度との関係は正の関係にあり、幹への傷が大きいと、材の変色も大きくなっている。(図-12)

また、材の変色と切口の平滑性や巻込長、巻込年数との関係は認められない。

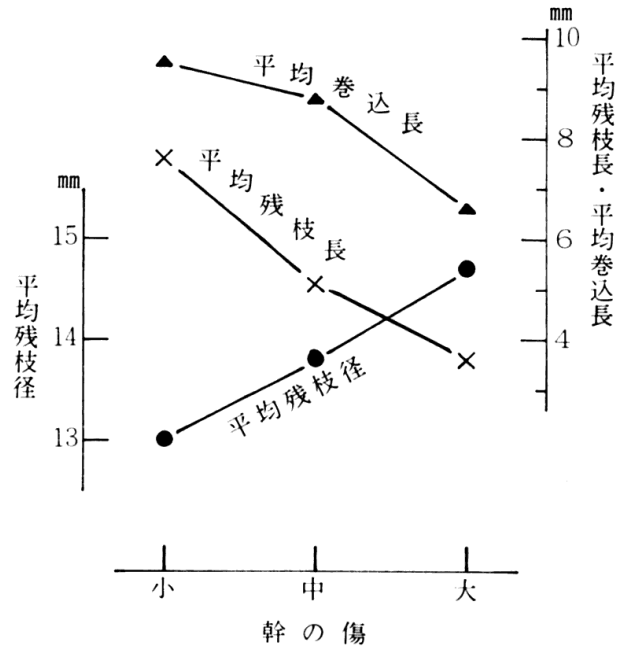


図-11 幹の傷の大きさ別平均残枝径・平均残枝長・平均巻込長

		材 の 変 色			
		大	中	小	無
幹 の 傷	大	●●●●●●●●	●●●●		
	中	●●●	●●●●●●	●	●
	小		●	●●●●●●●●	
	無	●	●●●●	●●●●●●●●	

図-12 幹の傷と材の変色

### 4 枝打ち意識の違いによる枝打ち痕

ここでは、枝打ちするときの意識の違いによって、残枝長や幹への傷の程度にいかなる影響がでるかを検討するために、次に示すような2種類の枝打ちを実施し、その節を解析した。なお、道具は枝打斧を使い、枝打ち経験の少ない2人(甲、乙とする。)が、2種類の枝打ちをそれぞれ実施した。

① 可傷枝打ち：幹に傷が付くことは気にとめずに、できるだけ残枝長を短くするように枝打ちする。

② 否傷枝打ち：残枝長を短くするのは、①と同じであるが、幹には傷を付けないように枝打ちする。

平均残枝径や平均残枝長は表-2のとおりである。

平均残枝径は、前に述べたことから当然の結果であるが、節の形態別に違いがある以外には、個人

別、枝打ち意識別には大きな違いはない。

平均残枝長は、個人別では乙の方が短くなる傾向にあり、節の形態別では凸型節の方が長くなっているが、可傷枝打ちと否傷枝打ちとの残枝長の違いは、凸型節に顕著にあらわれ、可傷枝打ちの方が2 mm内外短くなっている。(表-2)

また、可傷枝打ちの凸型節について、実際に幹に傷が付いたものと、付かないものとの残枝長を比較すると、傷の付いた方が1 mm内外短くなっている。(表-3)

このように、可傷枝打ちの残枝長は否傷枝打ちより短い、その差はあまり大きくない。また、幹に傷を付けたものと否傷枝打ちとの残枝長の差もあまり大きくはない。従って、残枝長を短くするということと幹に傷を付けないという二方面から考えると否傷枝打ちの方がよいといえる。

幹に傷を付けたのは、90%が凸型節となっている。また、傷を付けた節の割合は、当然のことではあるが、表-4のとおり枝打ち意識によって異なっている。否傷枝打ちにおける傷付節の割合10~25%は、前述したA及びBにおけるその割合17%、25%と近似しているから、初心者は注意して枝打ちしても、最低10%ぐらいいは幹に傷を付けていると考えられる。

## 5 幹の曲りと枝打ちの関係

幹が曲っていると、通直なものにくらべて、枝打ちを早くから実行しなければならず、また、曲りが大きくなると無節材の生産は不可能となる。このように、幹の曲りは枝打ち実行前に考慮しなければならない重要な問題である。

一般に、幹の曲りは、ある長さでの凹型部の最大値(最大矢高)で示される。それは、保育方法や環境条件によって左右されると思われるが、一見、通直に見える幹でも、幹長3 mで1~2 cmの曲りがあるといわれており、また、急傾斜地や積雪地では曲りが大きいという報告もある。

図-13は、前述した枝打ち解析木Aを選定した林分の、幹長4 mでの曲りの頻度分布である。この林分では、一見通直に見える2 cm未満のものは30%弱となっており、一方、4 cm以上も曲っているも

表-2 枝打ち意識別平均残枝径・平均残枝長

	節の形態	個人	可傷枝打ち	否傷枝打ち
平均残枝径	凸	甲	11.1 mm	11.7 mm
		乙	9.4	10.3
	凸以外	甲	9.1	7.1
		乙	7.9	7.9
平均残枝長	凸	甲	4.6	6.2
		乙	3.3	5.5
	凸以外	甲	4.1	3.8
		乙	2.8	4.3

表-3 可傷枝打ちにおける幹の傷の有無別平均残枝径・平均残枝長(凸型節のみ)

幹の傷	個人	平均残枝径	平均残枝長
有	甲	11.4 mm	4.3 mm
	乙	9.3	3.1
無	甲	10.5	5.5
	乙	9.9	3.9

表-4 枝打ち意識別傷付節の割合

	個人	傷付節の割合
可傷枝打ち	甲	71.4 %
	乙	51.8
否傷枝打ち	甲	10.7
	乙	25.0

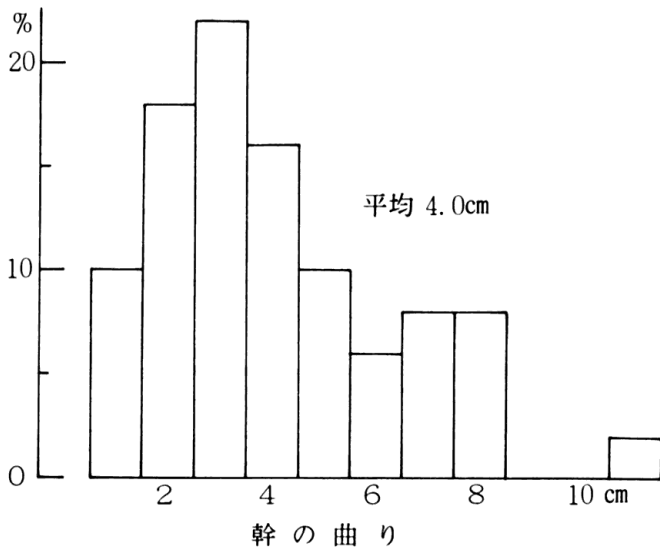


図-13 幹の曲りの頻度分布

のは全体の35%にも達している。

いま、この林分で10.5 cm角の心持ち無節材を生産すると、幹の曲りが2 cm及び4 cmのものを枝打ちするとき、枝を付けてはならない幹の最大直径を計算すると、5.5 cm、3.5 cmとなる。（〔角材の径、10.5 cm〕 - 〔巻込長、1.5 cm〕 × 〔両側、2〕 - 〔幹の曲り、2 cm又は4 cm〕、図-14参照）

このように、幹の曲りが4 cmもあるものは、非常に細いところまで枝打ちをしなければならず、その実行は困難である。

従って、この林分の35%のものからは、10.5 cm角の無節材は生産できず、そのような個体は、枝打ち対象木からあらかじめ除かなければならない。

## 6 枝打ち強度の指標

枝打ちの強さの度合は、従来、樹高に対する枝打ち後の枝下高（枝打ち高）の割合などが使われてきたが、それは、自然の枯れ上がりによる枝下高やそれまでの枝打ち高が無視されており、それでもって林分間の比較をすることは不可能である。

枝打ちをすると葉の量が減少し、その結果、幹の生長も減少するということから、枝打ち強度の指標として葉の除去率を用いるのが最も望ましいものと考えられている。そして、ある量の葉を除去したときの材積生長は次式で示され、葉量除去率が10%ごとの生長減少割合を求めると表-5のようになる。

$$\frac{\text{(枝打ち後の幹材積生長量)}}{\text{(枝打ち前の幹材積生長量)}} \times 100 = 100 - 0.0075 \times (\text{葉量除去率})^2$$

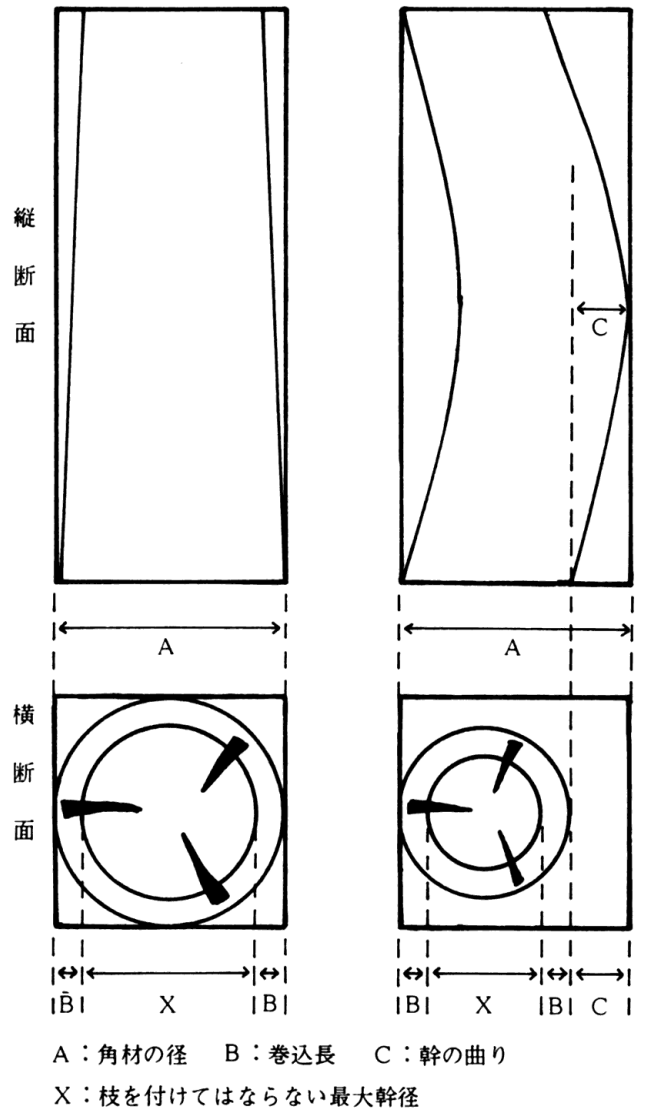


図-14 枝を付けてはならない最大幹径の要因模式図（幹に曲りがない場合〔左〕とある場合〔右〕）



葉を全体の半分取り除いても、材積生長の減少は20%程度であるが、除去率がそれ以上になると、生長は急激に減少している。

表一五 葉量除去率と材積生長減少割合

葉量除去率	材積生長減少割合	葉量除去率	材積生長減少割合
10 %	1 %	50 %	19 %
20	3	60	27
30	7	70	37
40	12	80	48

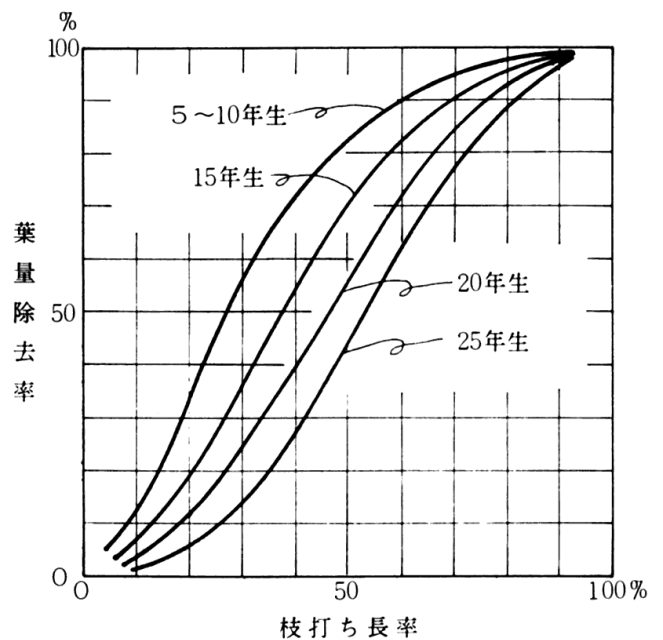
打ち長（枝打ちした幹の長さ）の割合（枝打ち長率と呼ぶ）があげられる。

この葉量除去率と枝打ち長率の関係は、林分の経歴によって異なるが、3,000本/ha植栽で、一般的な施業がなされ、しかも無枝打ちのスギ林分について示すと、図一15のようになる。

この関係は、すでに枝打ちされている林分や強い間伐がされている林分では異った関係となり、図一15は適用できない。そのような林分では、形質不良木などを2～3本伐倒し両者の関係を求めなければならない。

しかし、現実問題として、葉の除去率を知るには、その測定が必要であり、枝打ち強度の指標に葉の除去率を使用することは、実用的には非常にむずかしいことである。

そこで、葉の除去率と最も関連性があり、しかも、容易に測定が可能なものとして、樹冠長（枝の付いている部分の幹の長さ）に対する枝



図一15 葉量除去率と枝打ち長率の関係

## 7 まとめ

主として、枝打ちする人の熟練度との関連で枝打ち痕の状態を検討してみた。

熟練度や作業条件のみならず、枝の付け根の形態が残枝長に大きく影響している。

枝が幹の生長に寄与する度合は、その付け根が凸型のもの程大きいですが、そのような枝を枝打ちすると、残枝長は長くなり、また、幹に傷を付ける危険性も大きくなっている。従って、幹の生長に寄与する度合は小さくても、付け根の凸型の程度が小さい、均一的な枝を付けている個体が、無節材生産にとっては有利であり、そのような林分で無節材が多く生産される可能性がある。

また、一見通直に見える幹でも曲っているのであるから、少しでも曲っているものは、小径の無節材の生産には不適であり、そのような個体は、最初から枝打ち対象木からはずして、無駄な労力や経費ははぶかなければならない。

幹に傷を付けるような枝打ちをすると、残枝長は幾分短くなるが、必らず材に変色をひきおこし、その利用価値を下げる原因となるので、幹に傷を付けるような枝打ちは、厳につつまなければならぬ。

## 8 今後の問題点

近年、全国的に問題となっているのは、枝打ちを原因とする材の変色、いわゆるボタン材であり、それについて、現在研究がなされている。ボタン材の問題は、本県においても重要であり、その実態の把握とその発生を軽減する枝打ち方法の確立が必要である。

また、枝打ちをすると幹は莞満となり、風雪害に対する抵抗力が減少するが、枝打ちによって幹の形がどのように変化するかを解明することは、枝打ちを主体とした保育管理の指針を作成するためと被害に対する抵抗力を把握するために必要である。

幹の曲りは枝打ちとは直接関係ないが、無節材生産にとっては非常に重要な問題である。幹の曲りは保育方法や環境条件によって左右されると考えられるので、それらとの関係を解明し、幹の曲りを小さくするような施業の確立が必要である。

## 9 文献

- 1) 日本林学会誌 59 巻第 8 号, P 301 ~ 304, (1977). 竹内郁雄: 枝打ち跡の巻込みに関する研究 - 残枝長を中心にして -
- 2) 日本林学会東北支部会誌 (第 28 回大会講演集) P 26 ~ 28, (1976). 武田英文: スギ枝打ち林分における幹の曲りについて
- 3) 日本林学会東北支部会誌 (第 29 回大会講演集) P 70 ~ 71, (1977). 外館聖八朗: スギ生枝の付け根の形態
- 4) 日本林学会東北支部会誌 (第 30 回大会講演集) P 170 ~ 171, (1978). 外館聖八朗: 未熟練者による枝打ち痕
- 5) 林業試験場研究報告 273 号, P 1 ~ 74, (1975). 藤森隆郎: 枝打ちの技術体系に関する研究
- 6) 林業試験場研究報告 292 号, P 161 ~ 180, (1977). 竹内郁雄・蜂屋欣二: 枝打ち跡の巻込みに関する研究
- 7) わかりやすい林業研究解説シリーズ 57 枝打ちとその考え方、日本林業技術協会 藤森隆郎 (1976)