

枝打ちに関する基礎的研究 IV 枝打ちに伴う材の変色の発生要因

藤 森 隆 郎⁽¹⁾・伊 沢 浩 一⁽²⁾

金 沢 洋 一⁽³⁾・清 野 嘉 之⁽⁴⁾

Takao FUJIMORI, Kouichi IZAWA, Yoichi KANAZAWA,
and Yoshiyuki KIYONO

Fundamental Studies on Pruning IV
Cause of the Wood Discoloration by Artificial Pruning

要 旨：スギの若齢木の枝打ちと人為的傷つけの処理を行い、材の変色の発生を調査した。枝打ちによる傷で、樹皮剝離と枝隆切除では変色が100%発生し、節に接続した幹の年輪の割れでは76%、幹の打撃による内樹皮剝離では55%の変色発生率であった。枝打ちの残枝の割れや節への残物付着の場合では、1例も変色が認められなかった。以上の処理による材の変色の発生は、幹の生きた細胞に傷のつくことに起因することが明らかとなった。なお、枝打ち以外の原因により傷がつき変色している例もみられ、死節や入皮からの変色も多かった。これら枝打ち以外の原因による変色は、別途解明する必要がある。

枝打ちによる傷と変色の発生は、春から夏の期間に多く、特に樹皮剝離の発生にその傾向が認められた。枝打ち器具と傷・変色発生の関係では、ノコ使用の場合発生は少ないが、ナタでは樹皮剝離の発生が多かった。樹皮剝離による傷長、変色長は他の傷の3~5倍の大きさになるので、傷として重いものであった。枝打ちの残枝径や残枝長と傷・変色との関係は認められなかった。これは従来の報告結果と異なるが、供試された枝径の変異の幅が狭く、また熟練者による作業の結果と考えられた。傷・変色の有無と巻き込みの早さとの間には、一定の傾向は認められなかった。以上の結果に、これまでの文献を加えて考察し、枝打ちと変色に関する研究成果を総括し、残された問題点を整理指摘した。

目 次

I 緒 言	120
II 試 験 方 法	120
1. 試験地の概要	120
2. 枝 打 ち 処 理	120
3. 節 解 析	121
III 結 果	122
1. 変色の発生要因	122
1) 幹材の傷と変色	122
(1) 枝打ちによる傷	122
(2) 枝打ち時以外の傷	128
(3) 人為的処理による傷	128
2) 入 皮 と 変 色	130
3) 考 察	130
2. 傷および変色と季節の関係	132
1) 季節別受傷率と傷の種類	132

2) 季節別変色発生率	133
3) 考 察	133
3 器具, 枝径と傷, 変色	134
1) 器 具 と 傷	134
(1) 受 傷 率	134
(2) 傷の種類と傷長	134
(3) 残枝径, 残枝長と傷	135
2) 器具と変色長	136
(1) 平均変色長	136
(2) 傷長に対する変色長	136
3) 器具と巻き込み年数	138
4) 考 察	139
IV 摘 要	140
Summary	142

I 緒 言

近年, 無節性の高い良質材の生産を目指して枝打ちが盛んに行われているが, 枝打ちに伴う傷が幹材に異常な変色 (以後変色と呼ぶ) をひき起こし, それが材価を下げるのが問題になっている。そのため, 変色の発生要因を明らかにし被害の回避技術を求めようとする研究が, 最近 10 年ぐらいの間に多くなされ, その成果はかなり出てきた。本報告も同じ目的でスギについて行った試験の結果である。

本報告では, 本試験の結果を示し, これまでの報告と合わせて検討を行い, この方面の研究の現時点での成果と残された問題を整理した。検討する主な点は, 1. 枝打ちに伴って発生する変色の要因, 2. 枝打ちの実施季節と変色発生, 3. 枝打器具, 枝の太さと変色発生との関係, である。

本研究のために試験地, 試験木を御提供いただき, かつ枝打ち作業を行っていただいた背戸与子夫氏に心から御礼申し上げる。また, 試験に御協力いただいた林業試験場関西支場の山本久仁雄技官に御礼申し上げる。

II 試 験 方 法

1. 試験地の概要

試験地を京都市左京区大布施のスギ単純一斉林に設置した。材料はヨシノスギで, 奈良県吉野郡川上村の県指定母樹の実生苗による林分である。試験開始は 1975 年 3 月で, その時点での林齢は 13 年であった。試験開始時の 4 年前, すなわち 9 年生時に地上平均 1.5 m まで枝打ちがなされたが, 本試験開始時には樹冠下層には, いくらか枯枝が発生していた。試験地の概要を Table 1 に示す。

2. 枝 打 ち 処 理

1975 年 4 月から 1976 年 3 月まで, 1 か月間隔で毎月中旬に 1 本ずつ枝打ちした。各供試木の最下枝から上に約 20~35 本の枝を対象に, 下から上へ枝の出現する順に, 下記の ナタ, カマ, ノコを順番に変えて枝打ち処理した。

ナタ: 両刃, 刃渡り 16.5 cm, 全幅 7 cm, 柄の長さ 23 cm

カマ: 両刃, 刃渡り 18 cm, 全幅 3.5 cm, 柄の長さ 48 cm

Table 1. 試験開始時の試験地の林況
Outlines of the experimental stand at the start of the experiment.

場 所 Place	京都市左京区花背大布施町 Kyoto City
樹種, 品種 Species, Variety	スギ, 奈良県吉野郡川上村県指定母樹実生 <i>Cryptomeria japonica</i> , YOSHINO
標 高 Elevation	550 m
林 齢 Stand age	13 年
平均樹高 Mean tree height	7.5 m
平均胸高直径 Mean DBH	10.2 cm
本数密度 Stand density	3600/ha
施 業 歴 History of tending	植栽後 9 年目に枝打ち Pruning at 9 years old

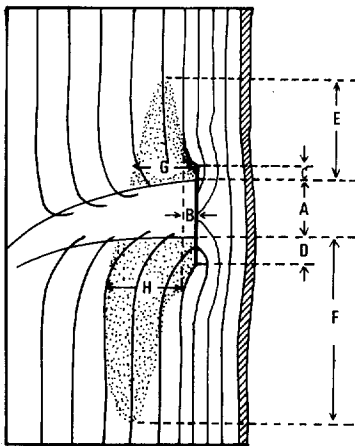


Fig. 1. 節 解 析 の 方 法

Method of knot analysis.

- A : 残 枝 径 Diameter of branch stub
- B : 残 枝 長 Length of branch stub
- C : 上方の傷長 Length of upward wound
- D : 下方の傷長 Length of downward wound
- E : 上方の変色長 Length of upward discoloration
- F : 下方の変色長 Length of downward discoloration
- G : 上方の変色幅 Radial length of upward discoloration
- H : 下方の変色幅 Radial length of downward discoloration
- E + F : 全変色長 Total length of discoloration

ノコ : 刃渡り 29.5 cm, 全幅 3.8 cm, 柄の長さ 15 cm

枝打ち処理は 1 人の熟練者が全供試木を同じ調子でいねいに行った。

3. 節 解 析

1980 年 11 月に供試木を伐倒した。4 月枝打ち木は 6 生育期間, 3 月枝打ち木は 5 生育期間経過したことになる。枝打ち処理した節は, Fig. 1 のように節の縦断面(幹の柢目面)の諸項目を測定することによって, 解析した。

枝打ちに伴う変色の原因と疑われる傷などを, 次のように区分して, その長さを測定した。幹の生きた細胞に直接傷を与えていると考えられるものとして, 枝隆切除 (Photo. 1), 樹皮剥離 (Photo. 2), および幹の年輪の節との接続部分に割れの生じたもの (Photo. 3, 年輪割れと呼ぶ) を区別した。樹皮剥離は内樹皮が表面に出たものから, 木部の表面が出現し傷つけられたものまでを含んでいる。

なお枝隆とは、枝の付け根の隆起した部分のことであり、Photo. 4 のように縦の 2 本の直線に囲まれた部分とした。年輪走向の形態と色から幹材と枝材を分け、その境に線を引いた。左側の縦線は、幹材部がなくなり枝材のみとなる部分を上下で結んだものであり、右側の縦線は、幹が隆起し始める変曲点を上下で結んだものである。したがって、枝隆は Photo. 4 のように中心部は枝材で、それを幹材が包囲しているものとみなされた。

枝打ちに伴う残枝又は節の割れを残枝割れ (Photo. 5) とした。幹の年輪に割れが及んでいるものは年輪割れとし、残枝割れと区別した。生枝、枯枝にかかわらず切り口に割れの生じたものは残枝割れとした。直接の傷ではないが、枝の切り口に残存付着した材片や皮片を残物付着 (Photo. 6) とした。

枝打ちとは関係ないが、節から変色発生しているものの原因についても調べた。原因と考えられる入皮と枝打ち時以外についた傷を測定した。入皮のほとんどは死節に付着したもので、変色の原因は死節の木部にもある可能性がある。その点では、入皮とするより死節とした方が適当なようであるが、生節に入皮が伴い、そこから変色の発生しているものもいくつかあったので、ここでは入皮とした。

変色は、垂直方向の長さを変色長とし、水平方向の長さを変色幅とした。変色幅は水平方向で最も長い部分を測った。同じ種類の傷や変色が節の上下に及んでいるものは、上方と下方ごとにそれぞれ測定し、その節の傷 (変色) 長を示すときは上下合わせた値とした。

Ⅲ 結 果

1. 変色の発生要因

1) 幹材の傷と変色

(1) 枝打ちによる傷

Table 2. 枝打ちによる傷の種類と月別全傷数
Wound type by pruning and the total number of wound in each month.

月 Month		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計 Total
節数 Number of knot		18	21	20	21	25	26	25	28	22	27	31	36	300
幹材の傷数 Number of wound in wood	枝隆切除 Severance of convex base	1	0	1	0	0	2	0	1	9	0	0	0	14
	樹皮剥離 Peeling off inner bark	0	11	3	3	0	3	0	0	0	1	1	0	22
	年輪割れ Split of annual rings	1	2	1	2	4	0	1	5	0	1	3	2	22
	全傷 Total wound	2	13	5	5	4	5	1	6	9	2	4	2	58
残物付着数 Number of residue attached to knot		1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	7	14
残枝割数 Number of split stub		5	0	2	5	2	6	5	8	0	0	0	0	33
全 傷 数 Total number of wound		8	13	7	10	6	11	6	14	11	4	6	9	105
傷のついた節数 Number of wounded knot		6	12	6	10	6	10	5	13	9	3	6	6	92

Table 2 は枝打ちによる傷の種類と月別の傷数を示すものである。一つの節に2種類またはそれ以上の傷の含まれていることがあるが、それぞれの傷はすべて数に入れた。全供試木12本の枝打ち処理した節数は300であり、そのうち傷のついた節数は92で、全節数のうち枝打ちに伴って31%の節に傷がついていたことになる。

傷のついた節数が92で、全傷数が105と傷数が多いのは、一つの節に複数の種類の傷（以下複合傷と呼ぶ）があるためである。Table 3 は複合傷の組合わせを示すものであり、その組合わせは多岐にわたっている。このなかには枝隆切除、残物付着、残枝割れの三つが複合したものが1例含まれており、残りはすべて二種類の傷の複合である。このような複合傷を細かく解析すると非常に複雑になるので、あとの変色の発生との論議に支障をきたさないことを考慮しながら、複合傷を単一の傷に絞って論議を進めることを検討した。

Table 3. 傷の組合わせ
Combination of wound.

			枝打ちによる傷 Wound by pruning					Bark pocket 入皮
			幹材の傷 Wound of wood			残物付着 Residue attached to knot	残枝割れ Split stub	
			枝隆切除 Severance of convex base	樹皮剥離 Peeling off inner bark	年輪割れ Split of annual rings			
枝打ちによる傷 Wound by pruning	幹材の傷 Wound of wood	枝隆切除 Severance of convex base				3	1	
		樹皮剥離 Peeling off inner bark			1			4
		年輪割れ Split of annual rings		1		1	1	7
	残物付着 Residue attached to knot		3		1		1	6
	残枝割れ Split stub		1		1	1		3
入皮 Bark pocket				4	7	6	3	

Table 4. 複合傷を構成する傷の種類と最主要傷数
Wound type involved in compound wound and the number of principal wound for compound wound.

	枝隆切除 Severance of convex base	樹皮剥離 Peeling off inner bark	年輪割れ Split of annual rings	残物付着 Residue attached to stub	残枝割れ Split stub	入皮 Bark pocket
複合傷に含まれる傷数 Number of wound involved in compound wound	3	5	10	10	5	20
複合傷の最主要傷数 Number of the principal wound in compound wound	3	5	9	0	0	4

Table 5. 枝打ちによる傷数と傷の変色率
Number of wound by pruning and discoloration ratio of the wound.

月 Month			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計 Total
節数 Number of knot			18	21	20	21	25	26	25	28	22	27	31	36	300
幹材の傷 Wound of wood	枝隆切除 Severance of convex base	数 Number 変色率(%) Discoloration ratio	1 100	0 —	1 100	0 —	0 —	2 100	0 —	1 100	9 100	0 —	0 —	0 —	14 100
	樹皮剥離 Peeling off inner bark	数 Number 変色率(%) Discoloration ratio	0 —	11 100	3 100	3 100	0 —	3 100	0 —	0 —	0 —	1 100	1 100	0 —	22 100
	年輪割れ Split of annual rings	数 Number 変色率(%) Discoloration ratio	1 100	1 0	1 100	2 100	4 100	0 —	1 0	5 60	0 —	1 100	3 66	2 100	21 76
	全 傷 Total wound	数 Number 変色率(%) Discoloration ratio	2 100	12 92	5 100	5 100	4 100	5 100	1 0	6 67	9 100	2 100	4 75	2 100	57 91
残枝割れ Split of Stub			数 Number 変色率(%) Discoloration ratio	4 0	0 —	1 0	5 0	2 0	5 0	4 0	7 0	0 —	0 —	0 —	28 0
残物付着 Residue attached to stub			数 Number 変色率(%) Discoloration ratio	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	1 0	2 0	5 0	8 0

単一の傷に絞って支障がなさそうな理由としては、変色に強く関係している幹の傷(枝隆切除, 樹皮剥離, 年輪割れ)とおしの複合傷が1例しかなかったこと, 残物付着, 残枝割れは変色に影響していなかったこと, 入皮と幹の傷との組合わせでは, 入皮の変色への影響はあっても非常に少なく, また小さかったことがあげられる(Table 4)。これらの現象については, あとに詳しく示される。したがって, 複合傷を単一の傷に絞っても, 特に問題はないと判断し, 以後本報告では複合傷は主な傷一つに絞って論議を進めてゆく。絞り方は, 複合傷で変色の発生しているものについては, より大きく変色に影響を与えている方を, また変色のない場合は, 傷の大きいと判断される方を, その節の傷とした。

Table 5 は枝打ちによる傷の種類とその数, および傷の変色率を示したものである。幹の傷数は57で全節数に対して19%であった。全幹傷数に対する個々の種類の傷数の割合は, 枝隆切除が25%, 樹皮剥離が39%, 年輪割れが37%であった。枝隆切除, 樹皮剥離, 年輪割れの平均傷長は, Fig. 2 に示すように, それぞれ0.8, 4.1, 0.5 cm であり, 樹皮剥離が目立って大きかった。

枝隆切除と樹皮剥離は100%変色し, 年輪割れの変色率は76%で, それらを合わせた全幹傷の変色率は91%であった(Table 5)。枝隆切除, 樹皮剥離, 年輪割れの平均変色長は, それぞれ4.3, 14.0 cm および1.7 cm であり, 樹皮剥離による変色長が圧倒的に大きかった(Fig. 2)。各種の傷の傷長に対する変色長の比率(変色長比)は, 枝隆切除が5.3 (cm/cm) で最も大きく, 樹皮剥離と年輪割れは3.4 と3.5 ではほぼ同じであった(Fig. 3)。

個々の傷長と変色長との関係を示すと Fig. 4 のとおりである。傷長に対する変色長(変色長比)は幅があり, Fig. 4 から判断されるように傷の種類によって多少分離する傾向もあるが, 全体をととして傷長と変色長との間に相関関係が認められる($r=0.85$)。傷長を x , 変色長を y とすると, この関係は

$$y=3.1x+1.2 \quad \dots\dots\dots(1)$$

という回帰式で近似された。

変色長と変色幅は Fig. 5 に示すように, ばらつきはあるが, 密接な関係があり, 変色長が15 cm 近く

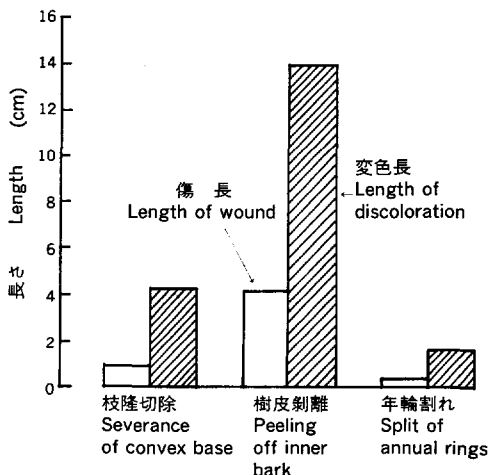


Fig. 2. 傷の種類と平均傷長および変色長
Type of wound, mean length of wound, and length of discoloration.

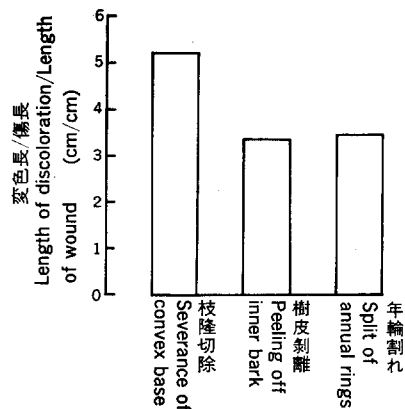


Fig. 3. 傷の種類と変色長比
Type of wound and the ratio of the length of discoloration to the length of wound.

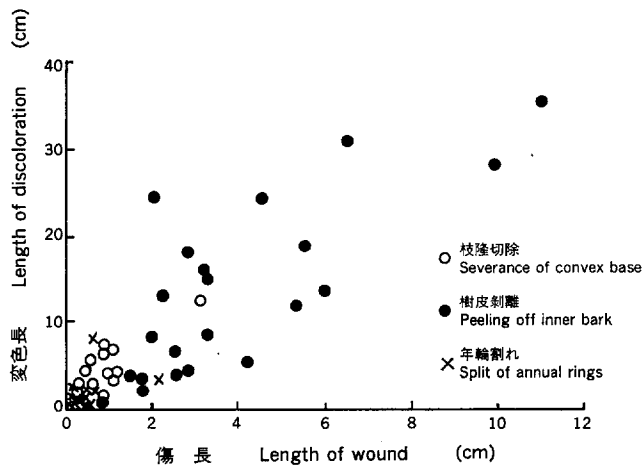


Fig. 4. 傷長と変色長の関係
Relation between the length of wound the length of discoloration.

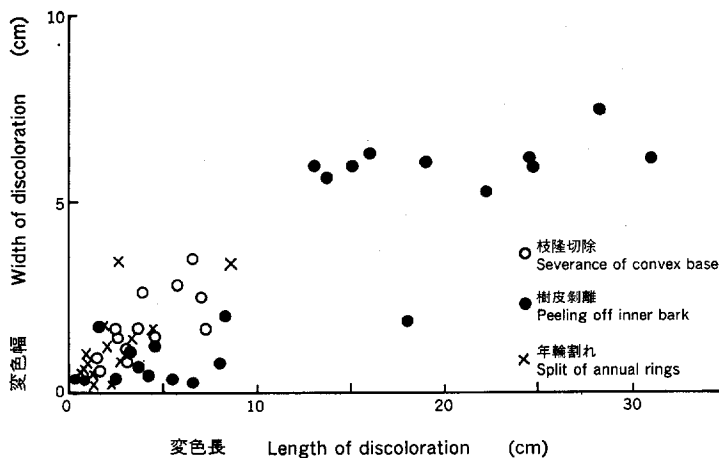


Fig. 5. 変色長と変色幅との関係
Relation between the length of discoloration and the width of discoloration.

までは、変色幅はその3分の1ぐらいの大きさであり、それより変色長が大きくなると、変色幅の増加率は小さくなる傾向が認められる。この傾向は大迫¹⁸⁾、竹内²⁹⁾によっても認められている。個々の傷の種類ごとにみると、枝隆切除と年輪割れは樹皮剥離よりも、やや変色長に対する変色幅の比が高いようである。変色長と変色幅の間にこのような関係を認めながら、本報告では変色の大きさを変色長で代表させることにした。

なお、変色は大迫¹⁸⁾、兵藤⁹⁾、二見⁸⁾などによって示されているように、柾目面では傷を頂点に幹の中心に向かい上下に広がるような形のものが多かった。また兵藤⁹⁾、竹内²⁹⁾などによって指摘されているように、変色は傷から外側、すなわち受傷よりあとに生長した部分には拡大しないことは、本試験でも確認された。

Table 6. 生枝および枯枝と枝打ちによる傷との関係
Relation between green or dry branch and the wound by pruning.

		節 Knot	傷 Wound	枝隆切除 Severance of convex base	樹皮剥離 Peeling off inner bark	年輪割れ Split of annual rings	飛 傷 Wound apart from knot
生 枝 Green branch	数 Number	171	37	12	11	14	9
	対節率(%) Ratio to knot		22	32	30	38	24
枯 枝 Dry branch	数 Number	129	20	2	11	7	7
	対節率(%) Ratio to knot		16	10	55	35	35

Table 7. 枝打ち時以外の傷の発生年と傷数
The year when wound occurred by other factors than
pruning and the number of wound.

何年前 Year before	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
供試木 (月) Sample tree (Month)											
4								1	1		
5									1		
6											
7											
8							3		1		
9								1	1	1	
10											
11											
12									1	1	
1									2		2
2						1	1		1	1	2
3											

(注) 4～6月の供試木は6年前に、7～3月の供試木は5年前に、枝打ちしたものとして取り扱った。

(note) Sample trees for April to June were treated as that the pruning was undertaken 6 years ago.

残枝割れ数は28, 全節数に対する残枝割れ率は9%であった。残物付着数は7で, 全節数に対する残物付着率は2%であった。残枝割れ, 残物付着ともに変色率は0%で, これらは変色の原因にはなっていないかった (Table 5)。したがって, これから先は残枝割れと残物付着については解析の対象から除外した。

生枝および枯枝と傷との関係をみたものが Table 6 である。受傷率は, 生枝が22%に対して枯枝が16%と, 生枝の率が高かった。全部の傷に対する各種類の傷の割合をみると, 枝隆切除は, 生枝が32%に対して枯枝が10%と, 生枝が3倍高かった。樹皮剥離は, 逆に枯枝が55%に対して生枝が30%と, 枯枝が2倍近く高かった。年輪割れは, 生枝が38%, 枯枝が35%で, はほぼ同じであった。Table 6にある飛傷というのは, 節に直接つながっていないで, 少し離れたところについた樹皮剥離のことである。飛傷は, 枯枝が35%, 生枝が25%で, 枯枝がやや高かった。

Table 8. 枝打ち時以外の傷と変色（入皮を除く）
Wound with no relation to pruning and discoloration
(Excluding bark pocket).

		傷 数 Number of wound	変 色 数 Number of discoloration	変色率(%) Discoloration ratio
枝打ち以前の傷 Wound before pruning	樹皮剥離 Peeling off inner bark	17	17	100
	年輪割れ Split of annual rings	4	4	100
枝打ち以後の傷 Wound after pruning	樹皮剥離 Peeling off inner bark	0	0	—
	年輪割れ Split of annual rings	1	1	100
計 Total		22	22	100

枝隆切除が生枝に多いのは、生枝に枝隆が発達しているためとみてよい。飛傷を含む樹皮剥離が枯枝に多いのは、枯枝の幹との接統部は凹状になっていることが多く、残枝を小さくしようとすると幹の表面に傷がつきやすくなるためと考えられる。

(2) 枝打ち時以外の傷

調査した 300 個の節について、枝打ち処理時に生じた傷以外の傷を調べた。Table 7, 8 に示すように、枝打ち時以外に傷のついた節数は 22 で、枝打ち以前に 21、枝打ち以後に 1 の傷がなんらかの原因で生じていた。全節数に対する枝打ち時以外の傷を持つ節の割合は 7 % であった。

傷の発生年は Table 7 に示した。傷の発生時は伐倒時から何年前という表示にしてあるが、枝打ちは 4～6 月供試木が 6 年前、7～3 月供試木が 5 年前になされたものとした。すなわち本試験では、生長の盛んとみられる生育期前半と、生長が相対的に低くなるとみられる生育期後半を 6 月と 7 月との間で分け、そこをもって年数を分けたものである。枝打ち時の枝の年齢は 5～7 年のものが多かったので、枝の着生期間中はほぼ全般的に傷を受けていたことがわかる。9 年前にやや集中して発生しているようにみられるが、特にある年に集中しているとはいえない。また 2 月の供試木に傷がやや多いようであるが、特にある個体に集中しているという傾向もみられなかった。

枝の着生期間（枝の発生から枝打ちまで、5～7 年）と枝打ち後伐倒までの期間（5, 6 年）は、ほぼ等しいが、傷の発生は枝の着生期間に 21 に対して、枝打ち後は 1 と明らかな差が認められる。これは枝の着生していることが、枝の付け根の幹になんらかの原因で傷のつく機会を与えていることを示している。その原因が何であるかはわからないが、強風、着雪、動物などのいずれかが関与しているものと考えられる。

Table 8 に示したように傷の種類は樹皮剥離と年輪割れで、樹皮剥離が圧倒的に多かった。これらの傷からは 100% 変色が発生していた。

(3) 人為的処理による傷

月ごとの供試木に 1 か所ずつ、ナタの背中で幹をたたき打撃を与える処理と、ナタで幹の樹皮を剥離する処理を行った。打撃はその場所を 4 回繰り返してたたいた。その結果は Table 9 のとおりである。な

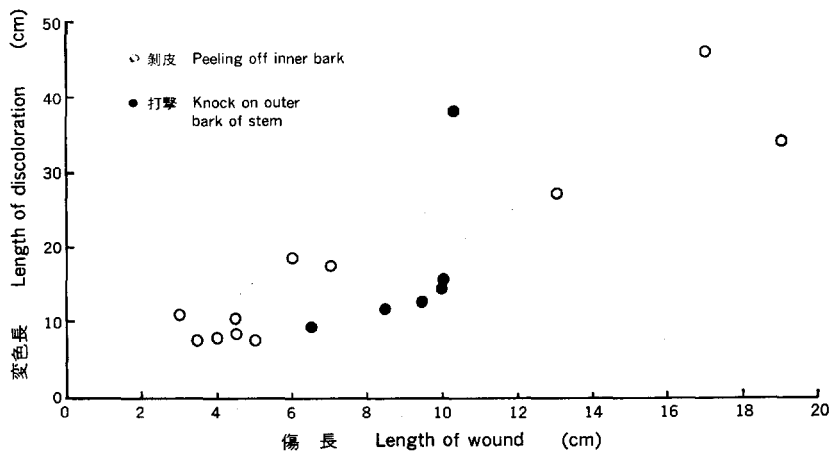
Table 9. 処理として与えた傷と変色
Wound by treatment and discoloration.

月 Month		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
処理 Treatment													
打 撃 Knock on outer bark of stem	傷 長 Wound length	6.5	13.0	16.0	12.0	8.5	12.0	10.3	—	10.0	9.0	10.0	10.5
	変色長 Discoloration length	9.8	0	0	0	11.5	0	0	—	14.5	12.8	15.0	38.0
	変色長/傷長 B/A	1.5	0	0	0	1.4	0	0	—	1.5	1.4	1.5	3.6
剥 皮 Peeling off inner bark	傷 長 Wound length	19.0	17.0	13.0	6.5	4.0	6.0	5.0	—	3.0	4.5	3.5	4.5
	変色長 Discoloration length	34.0	46.0	27.0	7.5	11.5	18.5	7.5	—	10.9	8.0	7.5	10.5
	変色長/傷長 B/A	1.8	2.7	2.1	1.2	2.9	3.1	1.5	—	3.6	1.8	2.1	2.3

(注) 傷長: A, 変色長: B

(note) Wound length: A

Discoloration length: B

Fig. 6. 処理による傷長と変色長
Length of wound and discoloration by treatment.

お打撃の傷長とは、たたいた場所の長さのことである。

打撃による変色の発生は、11か月のうち6か月にみられ(変色発生率55%),生育休止期に変色発生の多い傾向が認められた。変色の発生したものは、内樹皮と木部との間に剥離が生じ、明らかに生きた細胞に傷のついていることが認められた。打撃処理は毎月同じ力で処理されなければならないが、力の強さは感覚に頼ったもので、あるいは月ごとの力の強さの違いが、変色発生の有無に影響したかもしれない。変色の発生が生育活動期に少なく、生育休止期に多いという傾向がみられるが、これが普遍的であるか否かはわからない。

富田³²⁾によると、スギに打撃を加えた場合、変色率は95%であり、変色発生しなかったものは、たた

Table 10. 入皮節数とその変色率
Number of knot with bark pocket and its discoloration ratio

月 Month	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計 Total
① Number of knot	18	21	20	21	25	26	25	28	22	27	31	36	300
② Number of bark pocket knot	1	5	7	7	4	5	8	8	2	13	6	18	84
③ Number of knot with wound and bark pocket	0	3	0	1	0	1	1	3	0	1	2	4	16
④ Total number of bark pocket knot	1	8	7	8	4	6	9	11	2	14	8	22	100
⑤ Ratio of bark pocket knot	6	38	35	38	16	23	36	39	9	52	26	61	33
⑥ Number of discolored knot in bark pocket knot	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3	1	5	11
⑦ Discoloration ratio of bark pocket knot	0	20	0	0	0	0	0	13	0	23	17	28	13

きの回数が少なく、その結果傷の大きさが小さかったもの（傷長 2 cm, 傷幅 0.7 cm 以下）であったとしている。

剥皮したものは 100% 変色していた。

処理による傷長と変色長との関係を Fig. 6 に示した。打撃による変色長比は小さい傾向があるが、1 点（3 月処理）だけ異常に高い値があり、その理由はわからない。異常値を除くと、打撃による変色長比はだいたい 1.5 である。剥皮による変色長比は、傷長を x , 変色長を y とすると、

$$y = 2.1x + 0.77 \quad (r = 0.92) \quad \dots\dots\dots (2)$$

という関係式で近似された。この変色長比を枝打ちに伴う傷の変色長比（Fig. 4, (1) 式）と比べると、かなり小さい。この違いを説明しうる材料は今のところない。

2) 入皮と変色

入皮は普通枯枝が巻き込まれる過程で生じるもので、そのほとんどは死節にみられる。Table 10 に示すように、全節数に対する入皮節数の割合は 33% であった。

入皮の周辺の幹材には、入皮を囲むように数 mm から大きくとも 1 cm 未満の特に濃くない色の変色帯が多くみられたが、これは小出¹⁰⁾によれば保護層 (Schuttschicht) と呼ばれるものに相当し、本報告では変色として扱わなかった。変色として扱ったものは垂直方向に大きな広がりを持った相対的に色の濃いものである。

入皮節数に対する入皮から変色した節数の割合は 13% であった (Table 10)。この値は変色の原因として無視することはできないものである。入皮による変色の平均長は 6.1 cm (0.8~15.2 cm) であり、枝隆切除による変色の平均長 4.1 cm より大きく、樹皮剥離の 14.0 cm に次ぐものであった。なお、試験方法のところで断ったように、入皮だけが変色の原因ではなく死節の木部も影響している可能性もある。

3) 考 察

本試験の結果、変色の発生要因は枝隆切除、樹皮剥離、年輪割れ、打撃、それに入皮に絞られた。枝隆

切除と樹皮剥離は100%変色し(Table 5, 8, 9), 年輪割れと打撃の変色率は, それぞれ76%と55%であった。この変色率の違いが何によるかを検討してみたい。

小出¹¹⁾は枝打ちに伴う切傷部から変色の生じること, 変色部の放射柔細胞中に多くの充填物質を含有し, 仮道管中にも樹脂様物質の充填が認められ, それが変色の原因であろうとしている。また大迫ら¹⁷⁾¹⁹⁾は変色部の放射柔細胞中に着色物質が存在し, 同様の物質が仮道管中にも存在すること, 変色部の放射柔細胞は死んでいるが, その周辺の辺材部の放射柔細胞は生きていることから, 変色現象は放射柔細胞の壊死過程をとおして材が着色化するものであろうとしている。

これに基づいて判断すると, 放射柔細胞を死に至らしめる傷を与えた場合に変色が発生することになり, 枝隆切除と樹皮剥離は, 確実に放射柔細胞に傷をつけ, 壊死させていることになる。それに対して, 年輪割れと打撃は, 放射柔細胞を壊死させる場合とそうでない場合があるということになる。また, 放射柔細胞に傷がつき壊死しても, その量が少ないと, 変色として認められるだけの変色量が生じていない場合もあると考えられる。

残枝割れには変色はみられなかったが, 節との接合点での年輪割れは, その76%が変色していた(Table 5)。このことから, 幹に傷の及んでいない残枝割れは, 変色発生要因とならない可能性が高く, 従来の報告⁸⁾⁴⁾²⁴⁾²⁹⁾³¹⁾で, 残枝割れにみられる変色発生は幹に傷の及んでいるものではないかと推察される。いずれにしても, 従来の報告の残枝割れは発生原因を説明する上で不明確といえる。

さて, 変色の発生要因に関するこれまでの報告を検討してみよう。兵藤⁹⁾はスギとヒノキについて, 竹内²⁶⁾²⁷⁾²⁹⁾, 畠田⁸¹⁾⁸³⁾はスギについて, 幹に傷を伴った節はほぼ100%変色することを指摘している。また, 中川ら¹³⁾はスギについて節の受傷率と変色率の間には原点を通過して勾配が1の相関関係のあることを報告している。しかし, 宮地ら¹⁴⁾は深切り傷で変色率はスギで76%, ヒノキで81%であったことを報告している。また二見らはスギで, 樹皮剥離を含む傷は100%近く変色したが, 枝隆切除は7例のうち3例は変色していなかったこと⁹⁾, ヒノキで, 樹皮剥離と枝隆切除を伴った傷のうち30%には変色のみられなかったこと⁴⁾を報告している。ヒノキはスギに比べて変色が発生しにくいのか, 変色は発生しても色が薄くて変色として扱われなかったのかはわからないが, ヒノキの受傷と変色発生については, さらに情報が必要のようである。

このように生きた細胞に傷がつくと100%変色するとはいえず, なお吟味しなければならないところもあるが, 我々の試験結果とも合わせ考えると, 幹の生きた細胞に傷がつくとほとんど変色すること, したがって変色を避けるためには幹に傷をつけてはならないことは明言できるところである。

大城²⁰⁾はユリノキとイイギリを使って, 枝隆の基部, 末端よりやや基部側, 末端外側を切断した結果, 枝隆の末端よりやや基部側での切断が最も癒合巻き込みが早く, その位置での切断が好ましいとの結論を示した。この報告はその後の造林技術書の多くに引用され(例えば育林綜典³⁴⁾, 高原²⁵⁾など), 実際の技術にも少なからず影響を与えてきたが, スギとヒノキにおいて枝隆切除はほぼ100%変色が発生するという事実から, 変色を避けるには枝隆に傷をつけてはならないことが強調されねばならない。

我々の試験結果では, 入皮節数のうち入皮から生じた変色の割合は13%(Table 10)で, これは無視することのできない変色発生要因である。畠田⁸¹⁾は入皮による変色発生率は44%であったことを報告しており, 武内ら³⁰⁾も枯枝痕が変色の誘引となることを報告している。枯枝痕はほぼ入皮を伴っている。入皮が放射柔細胞を傷つけているとは考えられないので, 入皮による変色の原因は他にあるものとみなされ

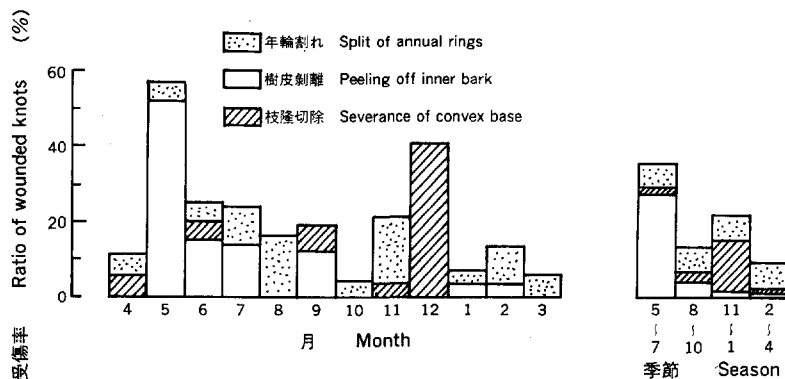


Fig. 7. 月別、季節別枝打ち節数に対する受傷率
Ratio of wound knots against the number of pruned knots in each month and season.

ばならない。

小出¹²⁾は枯枝節の周辺の幹材に変色帯が形成されることを指摘し、そこには樹脂様物質が沈積して菌害抵抗性があり、ドイツではそこを保護層 (Schutzschicht) と呼んでいる⁸⁾ことを紹介した。我々の観察でも、死節周辺に保護層に相当する変色帯が必ず形成されていたが、色の質は、変色として扱ったものとは異なり、相対的に薄いものであった。しかし、小出¹²⁾は枯死して年数の多く経過したものは色が濃くなっていくことを指摘しており、この点については今後の研究課題といえる。

我々が入皮による変色として扱ったものは、保護層よりも拡大し、明らかに色の濃いものである。この変色の発生原因は今のところわからず、その原因究明は今後の課題である。

2. 傷および変色と季節の関係

1) 季節別受傷率と傷の種類

Fig. 7 の左は枝打ち節数に対する受傷した節の割合を月ごとに傷の種類別に示したものである。樹皮剥離の受傷率が5～7月に高く、特に5月供試木で高いことが目立った。年輪割れは各季節に均等にまたがり、季節による傾向は認められなかった。枝隆切除も季節間の差は少なかったが、12月供試木で異常に比率の高いのが目立った。

5月供試木に樹皮剥離が、12月供試木に枝隆切除が異常に多いのは、個体の特性がきいている可能性もある。特に12月供試木は枝隆切除のみが集中して発生しているのは特徴的である。供試木の選定に当たっては形態的に差のない木を選んだが、節解析の過程で12月供試木は枝隆が相対的に発達していることが観察された。したがって、12月供試木は形態的に枝隆切除を受けやすい個体であったとみてよい。それに対して、5月供試木は少なくとも形態的には特色はみられなかったもので、5月に樹皮剥離の多かったのは、生長の最も盛んな季節であることの影響が働いていたものと思われる。

個体的特性効果を少なくするために、かつ季節的にわかりやすくとらえるために、3か月単位の季節ごとに受傷率を整理してみた (Fig. 7 の右)。生育活動の最も盛んとみられる5～7月の受傷率の高いことがやはり目立った。そのなかの樹皮剥離の高さが特に目立ち、樹皮剥離の77%は5～7月に集中的に出現した。月別の枝打ち節数に対する受傷率を Fig. 8 に示す。その分布型は Fig. 7 左の樹皮剥離率の分

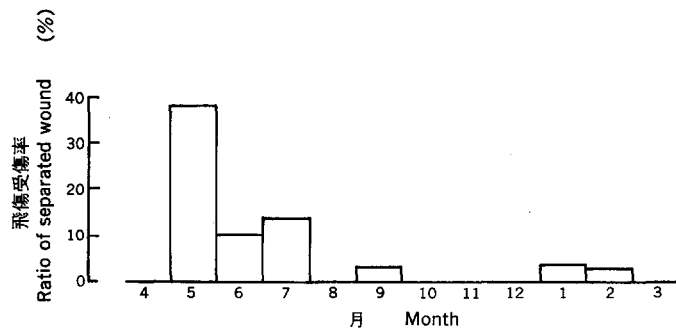


Fig. 8. 月別枝打ち節数に対する飛傷受傷率
Ratio of separated wound against the number of
pruned knots in each month.

布型とはほぼ同じであった。

2) 季節別変色発生率

Table 5 に示したように、枝隆切除と樹皮剥離は100%変色しており、節数に対する変色発生率は傷の発生率と全く同じであった。枝隆切除と樹皮剥離を受けたものは、すべて変色するので、受傷した場合には、変色のしやすさに季節変化はないということがいえる。

年輪割れの変色率は76%であった (Table 5) が、それを4～9月 (生育期間)、10～3月 (生育休止期) と半年ずつに分けてみると、4～9月は89%、10～3月は67%であった。生育休止期の方がいくらか変色率が低い有意な差ではなかった。

3) 考 察

本試験では、傷を受けた場合の傷のついた節数に対する変色節数の比率がきわめて高い (枝隆切除と樹皮剥離は100%、年輪割れは76%) ため、全節数に対する変色節数の比率は全節数に対する受傷節数の比率とほとんど変わらなかった。したがって、全節数に対する受傷節数の率と変色節数の率の季節変化は、ほとんど同じであった。季節変化の特色としては、樹皮剥離の発生率は5～7月に高く、それがきいて全種類の傷の受傷率、変色率もこの期間に高いことが目立った。また12月供試木を除くと、冬期間に受傷率、変色率にいくらか低い傾向が認められた。

変色発生率 (全枝打ち節数に対する枝打ち傷による変色節数) と季節との関係についての既報は、次のようである。藤原¹⁾ はスギとヒノキについて、生長休止期～生長初期 (12～4月) に変色発生は少なく、生長旺盛期～生長後期 (5～11月) に発生が多いとしている。白間ら⁵⁾ はスギについて、季節間の差は少ないが、冬期間にやや率が低く、また白間⁷⁾ は別の試験で、枝隆があると6, 10, 3月いずれも変色率は高く季節差がなかったが、枝隆のない場合は6月>3, 10月の順で変色率が高かったとしている。中川ら¹⁸⁾ スギでは8, 4, 11月、ヒノキでは8, 4, 10月の順に変色発生率が高かったとしている。二見らはスギでは7, 8月枝打ちが10, 11月より変色発生率が高く、樹皮剥離ないしそれを含む傷の割合は夏期に高かった⁹⁾ とし、ヒノキでは7月枝打ちが9, 10月よりも変色率が高かった⁴⁾ と報告している。

これらの結果は、我々の試験結果と生育の盛んな時期に変色発生率が高いという点で似た傾向を示すものである。それに対して、兵藤⁹⁾ の報告はスギとヒノキで季節的傾向ははっきり認められず、大迫ら¹⁹⁾、中野¹⁶⁾、坂上²¹⁾ もスギで季節的傾向の認められないことを報告している。

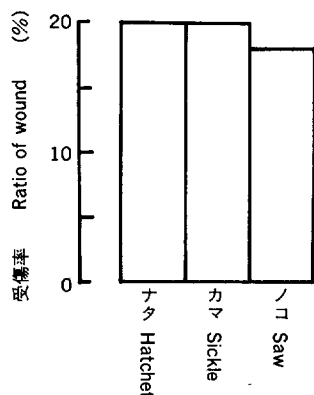


Fig. 9. 器具別の受傷率
Ratio of wound in each
kind of tool.

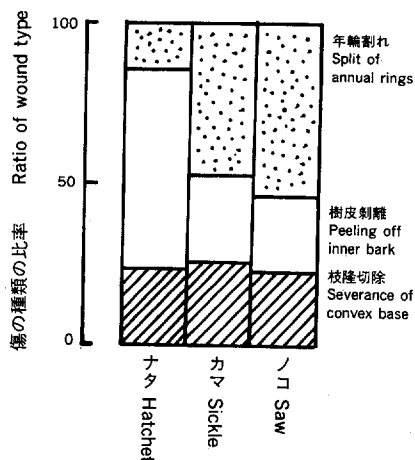


Fig. 10. 器具別の傷の種類の比率
Ratio of wound type in
each kind of tool.

以上から総合判断すると、枝打ち実施季節と幹の受傷率および変色発生率の間には傾向の認められる場合と認められない場合があり、傾向が認められる場合には、受傷率、変色率は生育期に高く、またその季節には樹皮剥離の多い傾向があるといえる。

3. 器具、枝径と傷、変色

1) 器具と傷

(1) 受傷率

すべての種類の傷を合わせた受傷率と器具との関係は、Fig. 9 のとおりで、受傷率はナタとカマはほぼ同じで、ノコがやや低かった。

(2) 傷の種類と傷長

Fig. 10 に器具ごとの傷の種類の比率を示す。ナタ、カマ、ノコとも枝隆切除は20～25%の間で、ほぼ同じ比率であった。樹皮剥離はナタに圧倒的に高い比率(62%)がみられた。年輪割れはカマとノコが50%前後で高いが、ナタでは14%と低かった。器具によってこのように年輪割れに差のみられる理由はわからない。

Fig. 11 に器具別に傷数に対する飛傷の比率を示す。飛傷率はナタに圧倒的に大きかった。これはナタは枝を上からたたくので、わずかの狂いが飛傷に結び付くものと考えられる。飛傷はすべて樹皮剥離であり、樹皮剥離がナタに多いのも手元の狂いによるものとみてよい。

枝隆切除の全部の平均長は0.8 cm (Fig. 2) であるが、器具ごとにみても枝隆切除の平均長はほとんど差がなかった (Fig. 12)。樹皮剥離の全部の平均長は4.1 cm (Fig. 2) で、器具ごとにはいくらか差がみられ、ノコ、カマ、ナタの順に大きくなっていた (Fig. 12)。樹皮剥離長の順 (Fig. 12) が樹皮剥離の受傷率の順 (Fig. 10) と逆になっているが、その理由はわからない。ノコの樹皮剥離長が最も大きかったが、その理由もわからない。ただナタ、カマ、ノコのそれぞれの種類の傷数は、枝隆切除でそれぞれ5、

5, 4, 樹皮剥離で13, 5, 4, 年輪割れで3, 9, 9というように比較的少なかったので, 器具と傷長に関しては, 器具以外の要因, 例えば, 枝の付け根付近の形態的特色や, 枝が作業しやすい位置にあったか否かなどに影響されていることも考えられる。

年輪割れの全部の平均傷長は0.5 cm (Fig. 2) で, 傷長としては最も小さかった。器具別ではナタの年輪割れの傷長が最も大きかった (Fig. 12) が, その理由はナタは枝をたたくので, その衝撃の強さによるものではないかと推察される。

全部の傷の種類をとおしてみると, 器具別の平均傷長の順位は傷の種類ごとに異なり, また器具ごとに特に顕著な平均傷長の差は認められなかった。

(3) 残枝径, 残枝長と傷

Fig. 13 は器具ごとに残枝径と残枝長との関係, およびどの節が傷を受けたかを示すものである。肥大生長の盛んな期間の供試木は残枝長が正確に測りにくいので, ここでは4～9月供試木は除外した。

Fig. 13 にみられるように, ナタ打ちとノコ打ちには, 残枝径と残枝長との間には, ある程度の相関関係が認められた。ナタとノコの場合のそれぞれの相関係数は0.52と0.45であり, 残枝径を x , 残枝長を y とすると, 次の関係式で近似された。

$$\text{ナタ } y = 0.17x + 0.13 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{ノコ } y = 0.26x + 0.10 \quad \dots\dots\dots (4)$$

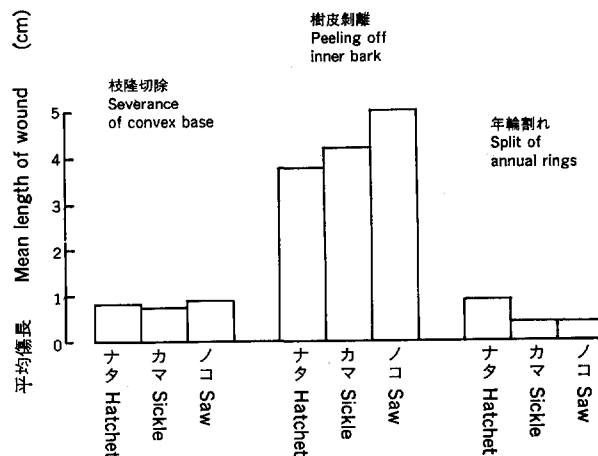


Fig. 12. 傷の種類, 器具と傷長
Relation among type of wound, kind of tool, and length of wound.

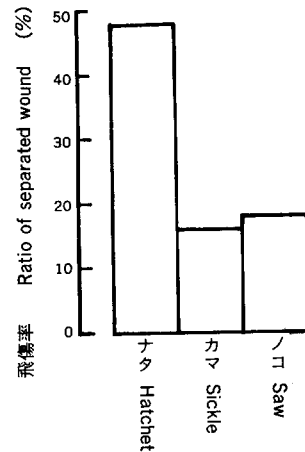


Fig. 11. 器具ごとの飛傷率
Ratio of separated wound in each kind of tool.
飛傷率は全傷数に対する飛傷の比率
Ratio of separated wound stands for the ratio of the number of separated wound against that of all knots.

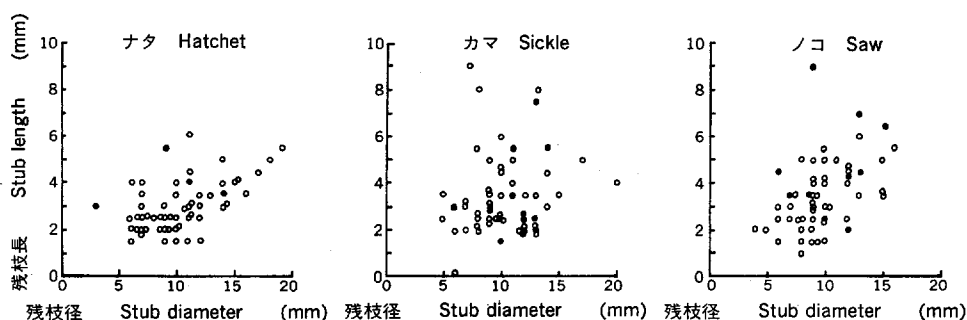


Fig. 13. 器具別の残枝径、残枝長と傷
Stub diameter and stub length in each kind of tool.

●印は傷を表す
●marks : express wound.

それに対して、カマ打ちによる残枝径と残枝長との間には、相関関係はほとんど認められなかった ($r = 0.15$)。その理由は、ナタとノコは枝を落としたあと、もう一度切り口の凹凸を小さくする作業を加えやすいが、カマはそれがやりにくいからではないかと思われる。カマに残枝長が 7 mm 以上のものが多くみられるのは、そのことが関係しているとみてよい。ナタ打ちは残枝長が小さい。これはナタは切り口の仕上げ作業が最もやりやすいからではないかと考えられる。

傷はナタ、カマ、ノコとも残枝径、残枝長の大小に関係なく発生していた。残枝径、残枝長ともに幅があまり大きくないということが、傷の発生との間に傾向を生じない理由の一つと考えられる。傷の発生の有無は、枝の付け根付近の幹の形態的特色や枝が作業しやすい位置にあったか否かなどによったのではないかと考えられる。

2) 器具と変色長

(1) 平均変色長

器具ごとの変色発生率を Fig. 14 に示す。ナタ、カマ、ノコの順に変色発生率は高かったが、その差はあまり大きくなかった。器具ごとの平均変色長を Fig. 15 に示す。枝隆切除の全器具を合わせた平均変色長は 4.3 cm (Fig. 2) で、器具別にはノコが最も大きく (5.7 cm)、カマとナタがほぼ同じ (3.8, 3.6 cm) でいくらか小さかった。

樹皮剥離の全器具の平均変色長は 14.0 cm (Fig. 2) で、器具別にはノコが最も大きく 16.9 cm、カマとナタがほぼ同じ (13.5, 13.3 cm) で、いくらか小さかったが、その傾向は枝隆切除におけるものとはほぼ同じであった。枝隆切除、樹皮剥離による変色長ともノコによるものが一番大きかったが、この理由はわからない。あるいは器具と傷長のところで触れたように、サンプル数の少なさに由来する問題かもしれない。

年輪割れの全器具の平均変色長は 1.7 cm (Fig. 2) で、器具別にはナタが一番大きく (3.9 cm)、ノコとカマはほぼ同じ (1.4, 1.2 cm) で小さかった。

全部の傷の種類をとおしてみると、器具別の平均変色長の順位は傷の種類によって異なり、また器具ごとに特に顕著な平均変色長の差は認められなかった。

(2) 傷長に対する変色長

Fig. 16 に傷の種類と器具ごとの変色長比を示す。器具別の変色長比の大きさの順位は傷の種類ごとに

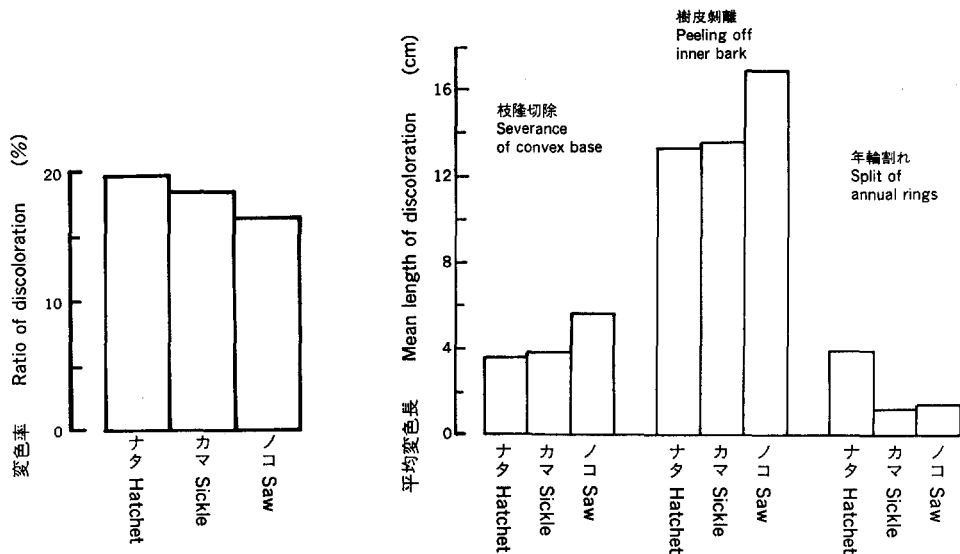


Fig. 14. 器具と変色発生率との関係
Relation between kind of tool and the ratio of discoloration.

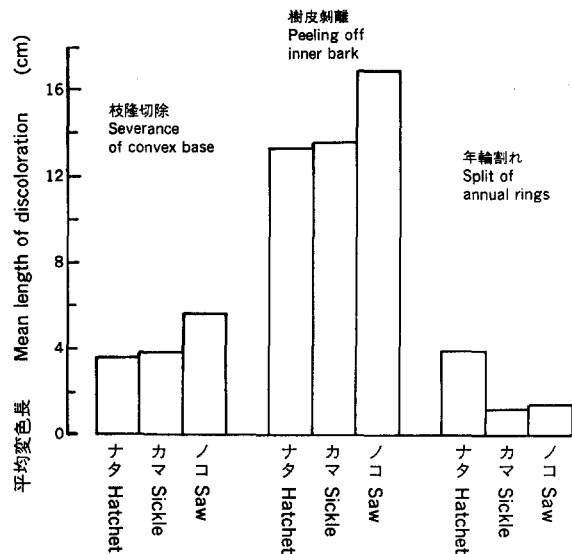


Fig. 15. 傷の種類と器具ごとの変色長
Length of discoloration in each type of wound and kind of tool.

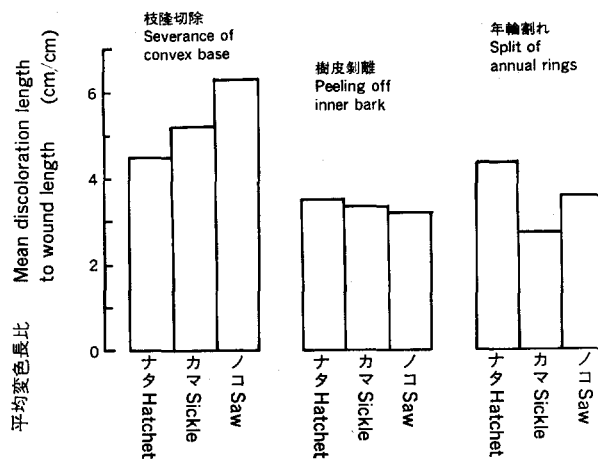


Fig. 16. 傷の種類と器具ごとの変色長比 (変色長/傷長)
Mean length of discoloration to mean length of wound in each type of wound and kind of tool.

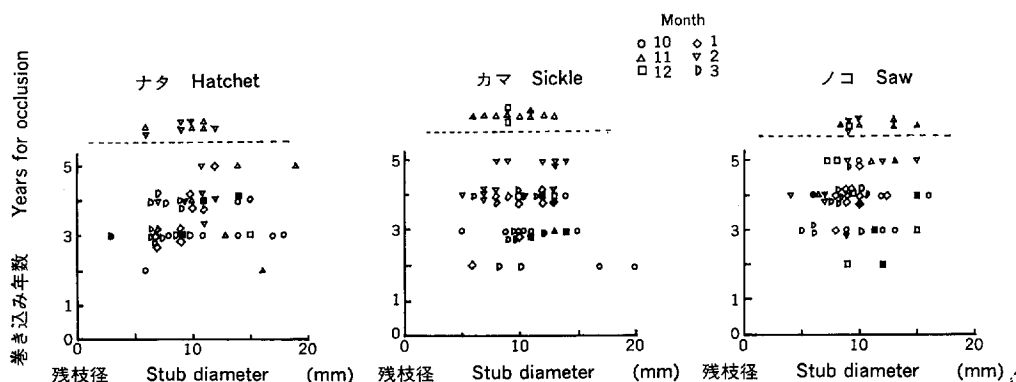


Fig. 17. 器具ごとの残枝径と巻き込み年数
Stub diameter and years for occlusion in each kind of tool.

Table 11. 器具と巻き込みの早さ
Relation between tools and time for occlusion of stub.

	平均巻き込み年数 Mean year for occlusion	未巻き込み率(%) Ratio of unoccluded stub
ナ タ Hatchet	3.5	17
カ マ Sickle	3.6	19
ノ コ Saw	3.9	15

(注) この値は10～3月の供試木の値である。

平均巻き込み年数は巻き込み完了したもの（5年以内）の平均値である。

(note) The sample trees shown in this Table are limited to those for October to March.

Mean year for occlusion is the mean value of the occluded knot.

異なり、また器具ごとに特に顕著な比の差は認められなかった。

3) 器具と巻き込み年数

Fig. 17 は器具ごとの残枝径と巻き込み年数との関係、およびそれと傷の変色を負った節との関係を示すものである。4月から9月までは巻き込み作用が行われているとみられるので、ここでは巻き込み年数のはっきりする10月から3月までの供試木について解析した。

すべての器具をとおして残枝径と巻き込み年数との間には相関関係は認められなかった。供試木別にはいくらか傾向の認められるものもあったが、全体的にみると供試木別にも相関関係は低かった。

枝打ち後、5生育期間を終えた時点で伐倒したが、その間に巻き込みの完了したものは、ナタ、カマ、ノコでそれぞれ83, 81, 85%であった。しかし、すでに巻き込まれた傷の平均巻き込み年数は、ナタ、カマ、ノコそれぞれ3.5, 3.6, 3.9年となっており (Table 11), ノコは巻き込み率が高いにもかかわらず平均巻き込み年数は最も大きくなっている。

残枝径と巻き込み年数に関して、傷の発生には、どの器具にも一定の傾向は認められなかった。しか

し、器具間を比較すると、ナタとカマでは残枝径の大きい方に、ノコでは残枝径の小さい方に、多く傷の発生する傾向がみられた。この理由はわからない。

傷の有無と巻き込み年数との間には一定の傾向は認められなかった。したがって、変色の有無と巻き込み年数との間にも一定の傾向はないものといえる。

4) 考 察

本試験では変色発生率はナタ、カマ、ノコの順に高かったが、白間⁶⁾もスギで同じ結果を得ている。中川¹⁸⁾はスギにおいて、ナタはノコ、カマにくらべて変色発生率が高かったこと、ノコとカマには明らかな差がなかったことを報告している。また、ナタの方がノコよりも変色率が高いということは、スギについて菅¹⁰⁾、坂上²¹⁾、富田²¹⁾、二見⁸⁾、ヒノキについて竹内²⁸⁾、二見⁴⁾、スギとヒノキについて藤原²⁾、兵藤⁹⁾らによって報告されている。以上の結果からノコは最も変色発生率が低いことは確かといえる。

竹内²⁸⁾はスギにおいてカマの方がナタよりも変色発生率が高かったと報告しているが、本試験の結果と白間⁶⁾はナタの方がカマより変色発生率が高く、中川¹⁸⁾は両者に差を認めていないことから、変色発生率に関してナタとカマに一定の傾向は認められないといえる。変色発生率はノコが最も低かった (Fig. 14) のに、枝隆切除と樹皮剥離における平均変色長はノコが最も大きかった (Fig. 15) が、その理由は今のところ説明できず、また、そのような傾向はこれまでに報告されていないので、一般的傾向とはいえない。全種類の傷をとおしてみると器具と平均傷長との関係 (Fig. 15)、および器具と変色長比との関係 (Fig. 16) には一定の傾向はないといえる。

傷 (変色) はナタ、カマ、ノコとも残枝径、残枝長の大小に関係なく発生していた (Fig. 13)。これに対して、残枝径が大きくなるほど変色発生率が高くなるという報告は、スギで中野¹⁶⁾、大迫¹⁹⁾、白間⁵⁾、坂上²¹⁾、富田²¹⁾、外館²⁴⁾、二見⁸⁾が、ヒノキで藤原²⁾、二見⁴⁾、スギとヒノキで宮地¹⁴⁾、兵藤⁹⁾らによってなされている。今回我々の得た結果はこれまでの報告と傾向が異なっているが、その理由のなかには枝径幅がそれほど大きくなかったことと、枝打ちが熟練者によっていていねいに行われたことも関係しているように考えられる。枝径が大きくなるほど変色発生率の高くなる理由として、生長の良い大きな枝ほど相対的に枝隆が発達しているとみられ²²⁾、そのために傷がつきやすいことが考えられる。また、ナタの場合には、大きな枝ほどたたく回数が多くなり、かつ力もはいるために、傷をつける条件が大きくなるものが考えられる。

我々の試験結果では、残枝長と受傷 (変色発生) との間にも一定の関係は認められなかった。兵藤⁹⁾と二見⁸⁾⁴⁾はスギとヒノキで、白間⁷⁾はスギで、残枝長と変色発生率との間にやはり関係のないことを認めている。一方、中村¹⁵⁾はスギとヒノキで、残枝長の特に小さなものに変色の多く発生すること、外館²⁸⁾はスギで、残枝径が大きく残枝長はその割に大きくないものに傷が多いこと、竹内²⁸⁾はスギで、残枝径に対して残枝長の短いものには変色の発生が多く、この傾向は特に残枝径の小さいものに著しく²⁹⁾、また、残枝径の大きなものでは変色発生率がきわめて高いこと²⁸⁾を認めている。

以上から判断すると、残枝径が大きいほど、また残枝長が小さいほど、受傷変色しやすいという傾向も認められるが、作業員の枝の打ち方に対する考え方、技術程度、枝と幹の形態の違いなどによってさまざまに変化し、必ずしも一定の傾向は出ないものといえる。

器具と巻き込みの早さとの間には傾向は認められなかった (Table 11, Fig. 17)。二見⁸⁾はスギで、

ナタとノコとの間には巻き込みの早さに差は認められなかったことを報告しているが、藤原¹⁾はスギとヒノキで、巻き込みの早さはナタの方がノコよりも早かったことを報告している。

すべての器具をととして傷の有無と巻き込み年数との間には、はっきりした傾向は認められなかった (Fig. 17)。二見ら⁸⁾は傷、変色の大きさと巻き込み長との間には、一定の関係は認められなかったことを報告している。肥大生長速度が同じであれば、巻き込み長と巻き込み年数には高い相関関係があるはずで、巻き込み長を巻き込み年数に置き換えられる。以上のことから、器具と傷、変色、および巻き込みの早さ、巻き込み長との間には、関係の認められないことが多いといえる。

IV 摘 要

本試験の結果と既報告から得られた考察結果の要点は、次のようである。

枝打ちに伴う変色の発生原因は、幹の生きた細胞に傷がつくことにほぼ絞られる。樹皮剥離と枝隆切除はほぼ 100% 変色するが、年輪割れは変色しない場合もある。年輪割れについては、なお詳しく調べる必要がある。

枝隆の末端よりもやや基部側で枝隆を切断するのが、癒合巻き込みが早く最も好ましいという説が近年まで強かったが、変色を避けるためには、枝隆に傷をつけないことが強調されなければならない。

残枝割れ、残物付着は変色の直接の原因とは認められなかった。多くの報告で残枝割れから変色が発生しているとされているが、それは年輪割れを伴ったものではないかと考えられる。

樹皮剥離、年輪割れは枝打ち前にも多く起きており、変色の発生原因として無視できない。この傷は枝の着生期間中に強風、着雪などによって生じたものではないかと推察される。

外樹皮の外から幹に打撃を与えた場合に、木部細胞に傷がつき変色することが多い。このことから、枝打ちなど保育作業に際して幹に不必要な打撃を与えないよう注意が必要といえる。

枯枝が巻き込まれることによって生じる入皮からも変色が生じている。入皮からの変色の発生機構を明らかにする必要がある。

傷、変色の発生と作業季節との間に明白な関係はないが、春から夏にかけて発生率の高い場合が多く、特に樹皮剥離にはその傾向が認められる。樹皮剥離は傷、変色面積とも最も大きくなりやすいので、樹木の生育最盛期に作業することは避けるべきである。

器具と受傷、変色率との関係では、ノコ使用による率が小さい。器具と傷の種類ではナタ使用に樹皮剥離の比率の高いのが目立つ。傷長と変色長には器具間の差は明白にはみられない。これらから判断するとノコは変色発生条件を小さくするためには最も適しているといえる。変色の大きなものはほとんど樹皮剥離であり、樹皮剥離を起こしやすいナタの使用は十分な注意が必要である。カマはナタとノコの中間的評価が与えられよう。

受傷、変色の有無と巻き込みの早さには関係はみられない。

枝が特に太くない範囲 (直径 2 cm 以下) では、熟練者が作業すると、枝の太さと変色発生率にはほとんど傾向は認められないようであるが、一般的には、枝が太くなるほど変色発生率が高くなる傾向が認められる。したがって、作業対象物の条件をよくする保育管理の検討が大切である。

熟練者の作業では、残枝長と変色発生との間に関係は少ないようであるが、一般的には、残枝長が小さいほど変色発生率の大きい傾向が認められる。したがって、巻き込みを早くするために、残枝長を小さく

することを強調しすぎることは危険を伴う。

作業対象物の条件として、枝と幹の形態を中心とする個体の特性があげられる。枝の付け根付近の幹の凹凸、すなわち枝隆や溝状の凹凸の発達度合が、傷つきやすさと密接に関係しているようである。今回の試験ではそこが測定されておらず、また、これまでもそれを調べた報告は少ないので、この点を明らかにする必要がある。

以上本試験およびこれまでの報告から判断して、枝打ちに伴う変色の発生要因については、ほぼ明らかにされ、変色の回避技術についても提示できる段階に達したといえる。細部についてさらに検討する必要があるが、今後残された問題、展開すべき課題としては、死節、入皮からの変色の発生機構、作業対象物である林木の素性、特に枝と幹の形態に関する育種を含んだ研究が必要である。

引用文献

- 1) 藤原信雄・中村建平：枝打立木の材質汚染に関する調査研究(1)。和歌山県林業センター報, 33, 81~91, (1975)
- 2) ————：同上(2)。和歌山県林業センター報, 35, 51~56, (1977)
- 3) 二見鎌次郎・金山信義・梶谷 孝：枝打ち技術に関する研究(1) スギ若齢林の場合。島根県林試研報, 33, 21~47, (1982)
- 4) ————・—————・—————：同上(2), ヒノキ若齢林の場合。島根県林試研報, 34, 1~20, (1983)
- 5) 白間純雄・早稲田収：枝打ちの季節と枝打ちに伴う材の変色について。日林関西支講, 28, 169~172 (1977)
- 6) ————：スギ枝打木の節の縦断面からみた異常変色について。日林関西支講, 30, 95~97, (1979)
- 7) ————：枝打ちに伴うスギ材の異常変色について。日林論, 92, 329~330, (1981)
- 8) HEMPEL, G : Die Astföng des Laubholzes, insbesondere der Eiche. Mitteilung aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs XVIII Heft Wein (1985)
- 9) 兵藤 博：枝打ち試験—枝打ちに伴う材の異常変色について。広島県林試研報, 14, 43~60, (1979)
- 10) 菅 道教・深江伸男：枝打ちとボタン材についての一考察。日林九州支講, 38, 101~102, (1977)
- 11) 小出良吉：枝打ちに関する研究(2) 枝打傷面癒合に就て(1)。昭14年日林春季講, 225~232(1939)
- 12) ————：同(3) 所謂, 保護層に就て。昭15年日林春季講, 230~236 (1940)
- 13) 中川 一・竹下純一郎・後藤康次：枝打跡のボタン材発生について。岐阜県林業センター研究, 8, 1~17 (1980)
- 14) 宮地信男・那須精明：スギ, ヒノキ造林木における異常変色材発生の実態調査。昭52年度高知県林試研報, 48~68, (1978)
- 15) 中村 基・後藤康次：枝打ちに起因する着色障害について。岐阜県林業センター研報, 5, 1~14, (1977)
- 16) 中野敏夫：枝打ちによるスギ材の変色について。林業技術, 443, 40~43, (1979)
- 17) 大迫靖雄・堤 利夫・野淵 正・森田 学：木材の質的生産技術に関する研究(1) ボタン材について。京大演報, 44, 159~175, (1972)
- 18) ————・—————・—————・—————：同(II) 枝打ちとボタン材。京大演報, 46, 103~114, (1974)
- 19) ————・—————・—————・—————：同(III) 枝打ちの季節とボタン材。京大演報, 50, 60~78, (1978)
- 20) 大城川次郎：枝打ちに関する研究(2) 枝打ちの切断位置。昭13年日林講, 954~973, (1939)

- 21) 坂上 実：枝打ちに伴うボタン材の発生に関する研究。日林関西支誌，30，92～94，(1979)
- 22) 外館聖八朗：スギ生枝の付根の形態。日林東北支誌，29，70～71，(1978)
- 23) ———：未熟者による枝打ち痕。日林東北支誌，30，170～171，(1979)
- 24) ———：スギの枝打ちによる傷と材の異常変色。日林東北支誌，33，3～4，(1981)
- 25) 高原末基：枝打ちの基礎と実際。地球出版，114～115，(1961)
- 26) 竹内郁雄：枝打跡の巻き込みに関する研究，スギの異常変色について。日林誌，62(1)，26～29(1980)
- 27) ———：壮齡林の枝打跡の巻き込みに関する研究 (1) スギ 79 年生林分での事例，日林誌，63(2)，39～45，(1981)
- 28) ———・山根 誠：ヒノキの枝打跡にみられる傷について。日林関西支誌，33，50～53，(1982)
- 29) ———：スギの枝打ちによる材の変色，林試研報，324，81～99，(1983)
- 30) 武内俊一・中田銀佐久・右田一雄：スギの材にみられるシミについて (Ⅱ) 2，3 のクローンのシミ発生状況のちがい。日林論，90，295～296，(1979)
- 31) 畠田ひろし：育林生産技術と変色材発生要因に関する研究。三重県林業技術センター業報，18，5～31，(1980)
- 32) ———：スギ樹幹に対する打撃ならびにはく皮による変色。日林論，92，331～332，(1981)
- 33) ———：枝打ちによるスギ材の異常変色。日林論，93，265～266，(1982)
- 34) 植杉哲夫：枝打ち。育林綜典，林野庁編，朝倉書店，306～310，(1955)

Fundamental Studies on Pruning IV
Causes of Discoloration by Artificial Pruning

Takao FUJIMORI⁽¹⁾, Kouichi IZAWA⁽²⁾, Yoichi KANAZAWA⁽³⁾
and Yoshiyuki KIRONO⁽⁴⁾

Summary

Purpose and Method

In order to reduce discoloration caused by pruning operations, the following points were analyzed in Sugi (*Cryptomeria japonica*). 1. Causes of discoloration, 2. Relationship among occurrence ratio of wound, discoloration, and season, 3. The Relationship between occurrence ratio of wound (discoloration) and the type of tools used.

Twelve sample trees were chosen in a 13-year-old stand. Each sample tree was subjected to the treatment every month from April, 1975 to March, 1976. From 20 to 35 branches were alternatively removed by hatchet, sickle, and saw in each of the trees. In addition to pruning operations, the following treatment were also undertaken, that is, the inner bark of the stem was peeled off, and the stem was bruised by knocking with the back of hatchet. Five to six years after the treatment, sample trees were felled and each knot and wounded part was analyzed.

Results

Wounds to the stem wood were classified into three types i. e., severance of branch base, peeling off of the inner bark, and splitting of annual rings of stem wood.

Occurrence ratios of discoloration from the severance at the branch base and from peeling off of the inner bark were 100%, and that from splitting of annual rings was 55%, and in the case of knocking the stem, the discoloration occurred only from the part where inner bark was separated from the stem wood. Judging from these facts, it might be concluded that the discoloration of stem wood in the accompanying pruning operations is principally caused by the wound to the living cells of the stem.

The ratio of discoloration from occluded bark against the total number of the knots with occluded bark was 13%. The cause of the discoloration from occluded bark or dead knot is not clear.

The occurrence ratio of wounds in the accompanying the pruning operations was greatest from late spring to early summer, and this tendency was especially clear in the peeling off of the bark.

As for the relationship between the type of tools and occurrence ratio of wounds, a saw was safest and a hatchet was liable to bring about the peeling off of the inner bark. The length of wound and discoloration by the peeling off of the inner bark was three or four times that of other types of wounds.

No correlation was found between stub diameter and the occurrence of the wound, and

Received October 6, 1983

(1) (3) (4) Division of Silviculture

(2) Tochigi Forestry Center

between stub diameter and discoloration. And there was no correlation between stub length and the occurrence of the wound, and between stub length and discoloration. There was no correlation between wound or no wound and the speed of occluding stub, and between discoloration or no discoloration and the speed of occluding stub.

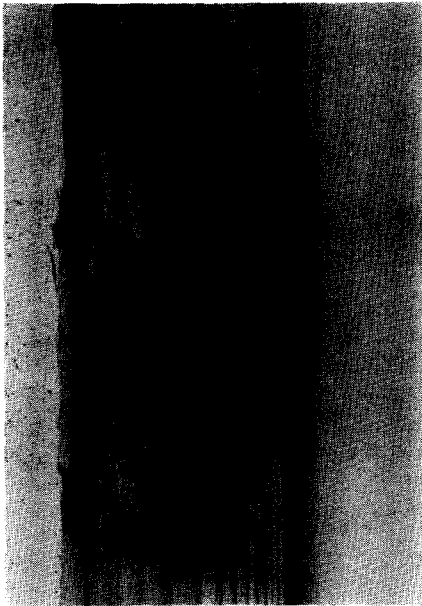


Photo. 1 枝隆切除による変色
Discoloration by the severance
of convex base of branch

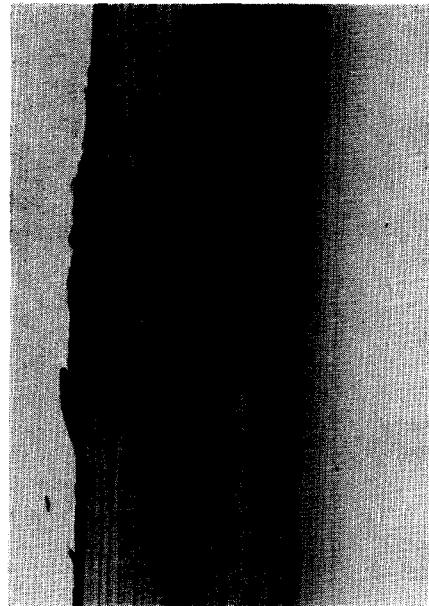


Photo. 2 樹皮剥離による変色
Discoloration by peeling off
inner bark

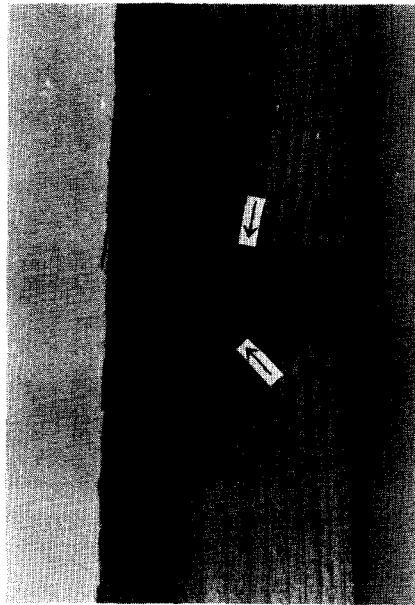


Photo. 3 年輪割れによる変色
Discoloration by split of annual rings

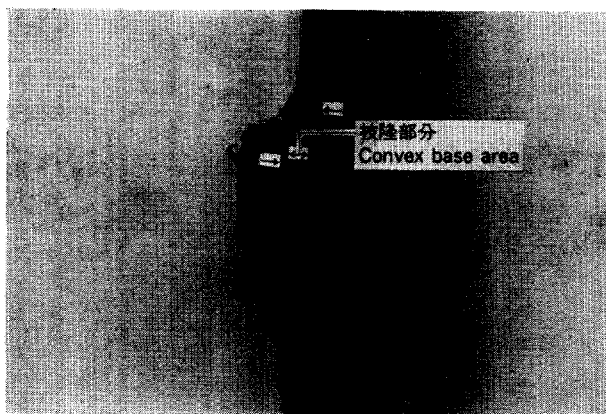


Photo. 4 枝隆の断面
Cross section of convex base of branch

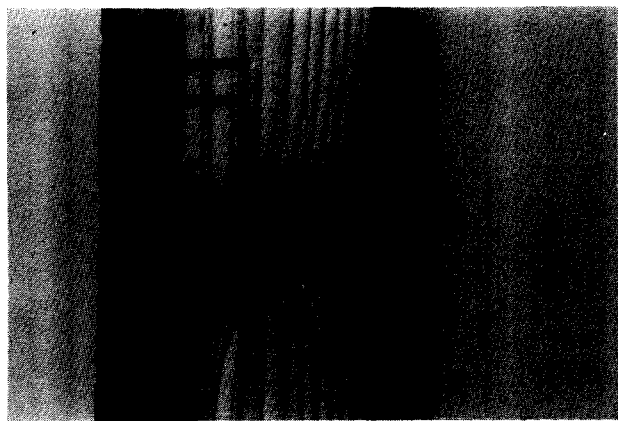


Photo. 5 残枝割れ
Split of stub

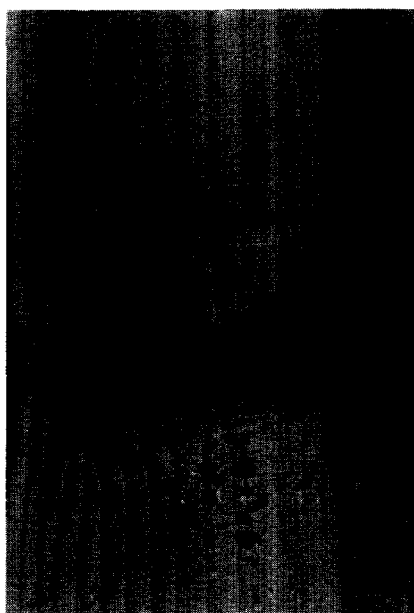


Photo. 6 残物付着
Residue attached to knot