

枝打ち跡のボタン材発生について

中 川 一
竹 下 純一郎
後 藤 康 次※

目 次

1. はじめに	1	3.1.4 ボタン材の面積と枝打ち道具	8
2. 試験方法	1	3.2 枝打ち時期別試験	9
2.1 枝打ち実態調査林分	2	3.2.1 節解析結果	9
2.2 枝打ち時期別試験の供試林分 の状态及び処理方法	2	3.2.2 短残枝長と残枝長(スギ)	11
2.3 測定方法	3	3.2.3 ボタン材の発生と短残枝長 及び残枝長	12
3. 結果と考察	4	3.2.4 枝打ち時期別のボタン材発生	14
3.1 枝打ち実態調査	4	3.2.5 ボタン材の面積と枝打ち時期	15
3.1.1 枝打ち方法	4	4. ま と め	16
3.1.2 節解析結果	5	引用文献	17
3.1.3 各要因とボタン発生枝打 ち跡率の相関	7		

1 は じ め に

優良材生産を目的とする林木に無節性と完満性を高めるための育林技術として、枝打ちが盛んにとり入れられるようになった。

ところが、特にスギにおいて、枝打ち林分は、枝打ちしていない林分よりも材部に黒褐色の異常な変色(ボタン材)¹⁾²⁾が多く発生し、枝打ちがかえって材質の低下さえひきおこしている。

そこで、枝打ちが比較的に集約的に行われているスギ林分について、ボタン材の発生状態を枝打ち道具との関連を主体に調査検討した。さらに、枝打ち時期の違いによるボタン材の発生状態³⁾⁴⁾については、いまだ不明な点が多いため、スギ、ヒノキ林分において、枝打ち時期別試験地を設定して枝打ち時期の適期を検討した。また、幹部を傷つける枝打ちはボタン材発生³⁾⁴⁾⁵⁾の原因とされており、枝打ちされた枝の状態、切断位置と、材部の傷、ボタン材発生との関係を検討した。

本試験は、昭和51年度から昭和54年度までの4ケ年で行われたが、昭和51年度は筆者らのうち、竹下、後藤および中村^{※※}により枝打ち時期別試験地が設定され、以後、筆者らが担当して調査し、とりまとめたものである。

本試験をすすめるにあたり、試験地、解析用供試木を提供された方々に謝意を表します。

なお、本報告の一部は、第28回日本林学会中部支部大会に発表した。

2 試 験 方 法

※現飛騨県事務所林務課

※※現林政部経営普及課

2. 1 枝打ち実態調査林分

枝打ち実態調査は、郡上郡八幡町那比、美並村山田、明方村小川地内の3ヶ所のスギ林分で行った。

八幡町那比の林分は、昭和38年に植栽されたイトシロ系統のサシキ林分で、標高320m、傾斜28°の南向き斜面で山麓部に位置し、B_D型土壌である。美並村山田の林分は、昭和39年に植栽された実生林分で、標高150m、長良川の河川敷に隣接する平坦地に位置し、河川により運搬堆積された砂質のB_D型土壌である。明方村小川の林分は、昭和38年に植栽されたヒズモスギのサシキ林分で、標高880m、傾斜35°の南向き斜面の山腹部に位置し、B_D(d)型土壌である。

3林分の林分状態は、表-1に示すとおりである。

表-1 解析供試木の林分状態

調査林分	林令	立木密度	平均樹高	平均胸高直径	平均枝下高
八幡町	15年生	3,800本/ha	11.4m	11.7cm	4.5m
美並村	14	4,400	10.5	12.3	4.4
明方村	16	6,000	8.0	9.7	5.0

立木密度は、八幡町林分で約4,000本/ha、美並村林分で約4,500本/ha、明方村林分で6,000本/haの順に高い。樹高、胸高直径は、八幡町、美並村林分が約11m、約12cmで、明方村林分がやや小さく8m、約10cmであり、立地環境の差および枝打ち程度の差がでている。枝打ち高は、八幡町、美並村林分で約4.5mに対し、樹高が低い明方村林分で5.0mと高い位置まで枝打ちされている。

2. 2 枝打ち時期別試験の供試林分の状態及び処理方法

枝打ち時期別試験地は、昭和51年に、スギについては郡上郡明方村小川、ヒノキについては恵那市東野に設定した。

スギの試験地は、昭和39年に植栽されたヒズモスギのサシキ林分で、標高800m、谷沿いの平坦地に位置し、B_D型土壌である。昭和51年8月、11月、昭和52年4月に約20本ずつ樹幹位置0.5mから3.5mまでナタで枝打ちし、半分の10本については枝打ち直後に枝打ち跡をケアヘルスで塗布した。

ヒノキの試験地は、昭和44年に植栽された実生林分で、標高660m、傾斜20°の南向き斜面の山腹中部に位置し、B_D(d)型土壌である。昭和51年8月、10月、昭和52年4月に約40本ずつ樹幹位置約0.5~1.5mまでナタで枝打ちし、半分の20本については枝打ち直後に枝打ち跡をケアヘルスで塗布した。

枝打ちのやりかたは、スギ、ヒノキともに、幹にそって平行に枝打ちした。

スギ、ヒノキの試験地設定時の林分状態を表-2に示した。

スギの試験地林分は、樹高が約7m、胸高直径が約11.5cmである。ヒノキの試験地林分は、樹高が約4m、胸高直径が約4.5cmである。

表-2 時期別枝打ち試験地の林分状態

樹種	スギ						ヒノキ					
	8月		11月		4月		8月		10月		4月	
枝打ち時期	無処理	ケアヘルス	無処理	ケアヘルス	無処理	ケアヘルス	無処理	ケアヘルス	無処理	ケアヘルス	無処理	ケアヘルス
平均樹高 ^m	7.1	6.5	7.4	7.7	7.4	7.3	4.0	4.3	4.0	4.0	3.9	3.9
平均胸高直径 ^{cm}	11.2	10.7	11.4	11.7	12.1	11.9	4.5	5.0	4.4	4.5	4.6	4.2
平均枝下高 ^m	3.2	3.1	3.6	3.9	3.6	3.8	1.5	1.6	1.5	1.4	1.5	1.4

2.3 測定方法

節解析用の供試木は、枝打ち実態調査においては、欠点がなく通常の成育をしている立木を対象としたが、八幡町、美並村林分は各2本ずつを昭和52年の夏に、明方村林分は1本を昭和54年の夏に選定伐倒した。枝打ち時期別試験においては、スギ、ヒノキとも各枝打ち月から無処理、ケアヘルス塗布のものそれぞれ1本ずつを昭和53年秋に選定伐倒した。

伐倒した丸太を帯のこ盤を用いて長さ20cmずつの丸太部分に玉切りし、これらの丸太部分の樹幹面にあらわれた枝打ち跡をそれぞれ枝打ち跡を含む柢目面で切り、図-1に示す残枝径、傷径、残枝長、短残枝長、枝打ち前2年間の成長(枝打ち実態調査では3年間)、巻込み年、ボタンの有無、ボタンの面積を測定した。

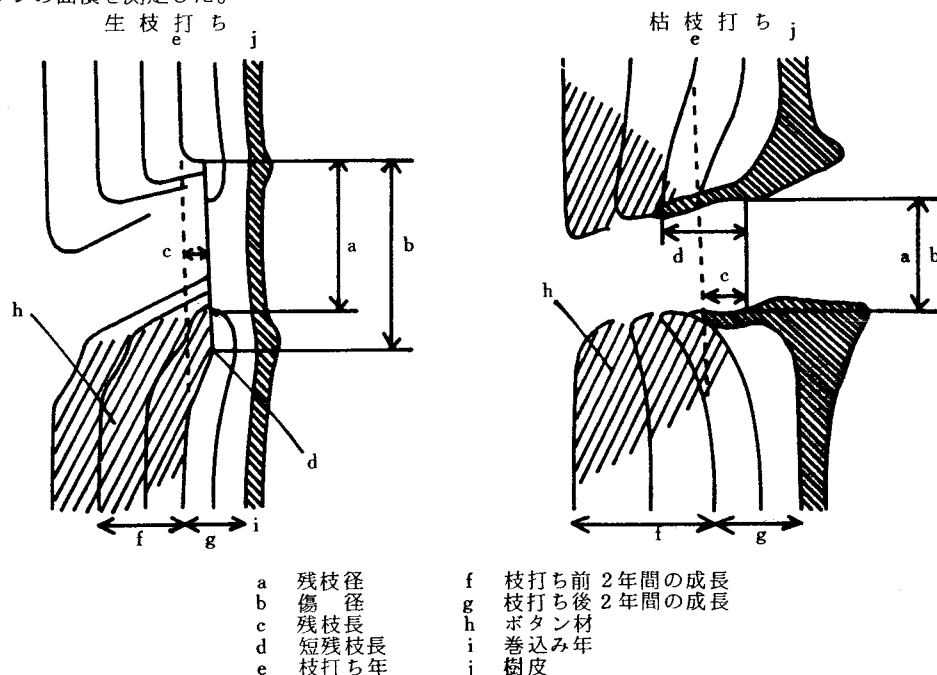


図-1 測定方法

残枝径は、材中に残る枝の太さで、枝打ち切断面の垂直方向の皮なし枝直径とした。

傷径は、枝打ち時の刃物による直接の切削だけでなく剥皮、打撃等から生じた材部の傷を垂直方向の長さで測定した。

残枝長は、枝打ちした年の年輪が平滑に走向する面から残枝面までの水平方向の長さとした。

短残枝長は、枝打ちした年の年輪が幹より枝部へ移行する点から残枝までの水平方向の長さで短いものとした。(切断面が幹に達している場合は0mmとした。)

枝打ち前、後2年間の成長は、枝打ちした年の年輪から前、後2本目までの水平方向の長さで、年輪の走向が枝により直接影響されない位置で測定した。

巻込み年は、枝打ちした年の年輪から、残枝が完全に材部組織でつつんだ年輪までの年輪数とした。

解析用の柢目面では、枝打ちされた枝の節部分には常に変色がみられるが、ボタンとしての測定には材部にまで変色が及んだもの(スギでは黒褐色、ヒノキでは黄色味を帯びた褐色が多い。)をとりあげた。

ボタン面積は、柢目面での面積を測定した。

3 結 果 と 考 察

3.1 枝打ち実態調査

3.1.1 枝打ち方法

節解析木からもとめられた枝打ち方法に関する資料を表-3、図-2に示した。

枝打ちの使用道具の判別については、節解析において材面の枝打ち跡でノコギリと刃物類との区別はできるが、これに聞き取り調査結果をも参照した。八幡町林分では始め2回をノコギリで3回目をナタで、美並村林分では始め3回をナタで4回目をカマで、明方村林分では5回全部がナタで行われている。

枝打ち高は、八幡町林分では3回で枝下高約4.5 mまで打ち上げ、美並村林分では4回で約4 mまで打ち上げ、明方村林分では5回で約5 mまで打ち上げている。

1回の打ち上げ長さは、八幡町林分では他の林分よりも長く約1.0～1.9 m、美並村林分では約0.5～1.2 m、明方村林分では後ほど長くなり0.3～1.7 mである。

枝打ち上げ基準については、最上部の枝打ち位置の幹直径は、八幡町林分は6～7 cm、美並村林分は6～8 cm、明方村林分は4～6 cmであり、明方村林分は他の林分よりも小さい部位まで強度に枝打ちされている。

形状比でみると、八幡町林分約9.5、明方村林分9.1、美並村林分約8.0となり八幡町、明方村林分は完満なことが認められる。美並村林分では、枝打ちが他に比べ弱度であるため、完満性に対する枝打ち効果が少なかったと考えられる。

表-3 枝 打 ち 方 法

林 分	供 試 木	枝打ち年令 年生	枝打ち道具	枝打ち長さ m	最上位直径 cm	形 状 比
八 幡 町	八 - 8	6	ノコギリ	1.0	6.5	9.4
		9	〃	1.6	7.0	
		10	ナ タ	1.9	6.0	
	八 - 23	6	ノコギリ	1.1	6.0	9.7
		9	〃	1.3	7.0	
		10	ナ タ	1.9	6.0	
美 並 村	美 - 23	6	ナ タ	1.2	5.5	7.5
		8	〃	0.5	7.0	
		9	〃	1.3	7.0	
		11	カ マ	1.3	7.5	
	美 - 33	6	ナ タ	1.2	6.0	7.9
		8	〃	0.6	8.0	
		9	〃	1.2	8.0	
		11	カ マ	1.1	8.0	
明 方 村	明 - 1	8	ナ タ	0.4	6.0	9.1
		10	〃	0.3	6.5	
		11	〃	1.0	6.0	
		12	〃	1.4	5.5	
		14	〃	1.7	4.0	

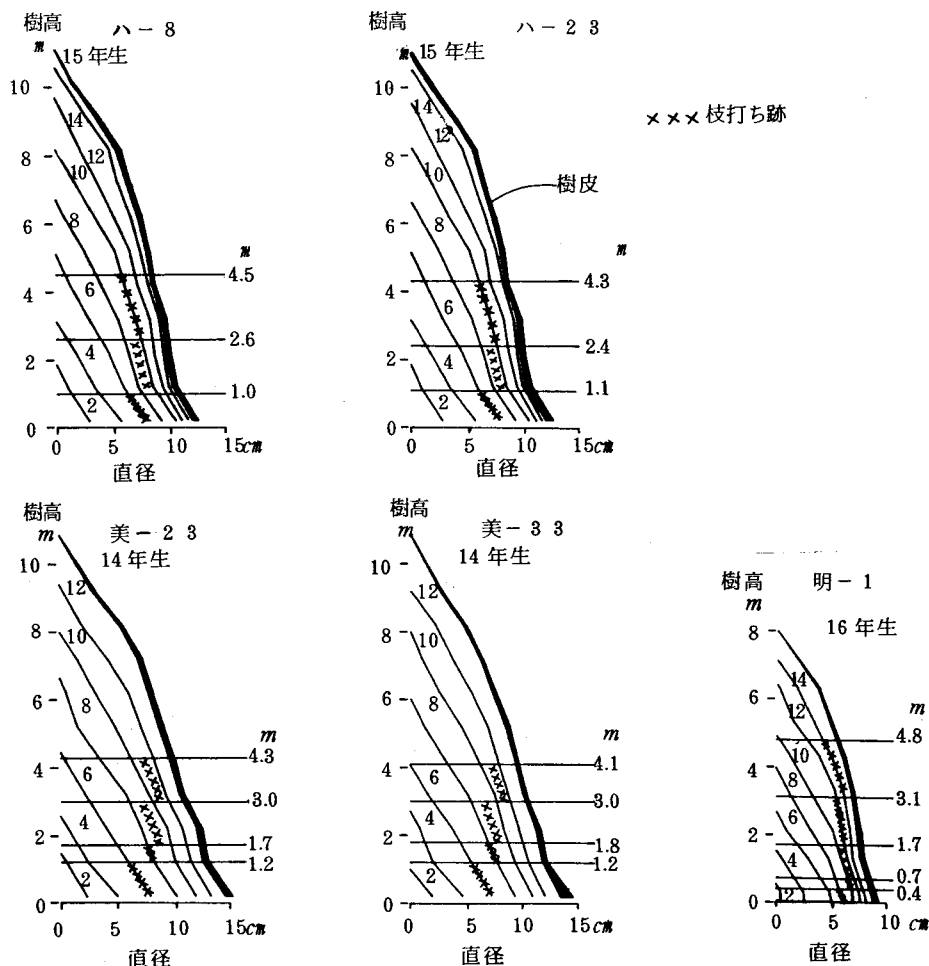


図-2 樹幹中の枝打ち跡

3. 1. 2 節解析結果

枝打ち跡の状態を表-4に示した。

平均傷径は、八幡町林分においてはノコギリ枝打ち跡がナタのものより小さく、美並村林分においてはカマ枝打ち跡がナタよりも小さく、全てナタ枝打ちの明方村林分が他の林分よりも大きくなっている。残枝径は、八幡町林分で7～9cm、美並村林分11～14cm、明方村林分12～16cmとなっている。⁵⁾

中村らは同一品種の林分において、立木密度が高くなるにつれ残枝径が小さくなることを報告しているが、明方村林分は密植であるが残枝径が大きいのは、品種による差異と考えられる。また、明方村林分で傷径が大きいのは、枝打ち切断面が材部まで達しているためいくぶん大きく測定されたことも考えられる。3林分において、ナタ枝打ち跡で残枝径に他の道具と差が少なくても傷径に大きな差が認められるのは、ナタがノコギリ、カマよりも熟練していない場合には、手元クルイが起きやすいためからと考えられる。

巻込み年は、測定期間が短かったためカマは判らなかったが、ノコギリとナタは1.4～2.5年で差

表-4 枝打ち跡の状態

供試木	枝打ち 年令	平 均 傷 径	平 均 残 枝 径	枯枝打ち 跡 率	平 均 巻込み年	枝打ち前 3年間の平 均成長①	枝打ち後 3年間の平 均成長②	② ①×100	傷発生枝 打ち跡率	ボタン発生 枝打ち跡率
八-8	年生 6	7.9 ^{mm}	7.9 ^{mm}	25 [%]	2.3 ^年	4.9 ^{mm/年}	2.6 ^{mm/年}	53 [%]	0 [%]	0 [%]
	9	12.2	8.6	22	2.5	4.2	2.5	60	28	22
	10	24.0	9.1	9	—	4.5	2.3	51	62	50
八-23	6	10.0	9.4	24	1.4	5.4	3.9	72	14	14
	9	9.3	7.2	8	1.7	4.8	2.6	54	17	13
	10	17.0	9.3	10	1.7	6.2	2.8	45	55	59
美-23	6	26.1	12.7	57	2.0	7.8	5.6	72	50	62
	8	25.0	13.1	0	2.1	7.1	4.4	62	86	100
	9	17.3	11.7	0	2.2	7.6	3.7	49	50	61
	11	14.2	13.0	0	—	5.2	—	—	28	11
美-33	6	14.6	10.7	29	1.6	6.7	4.7	70	43	43
	8	15.1	10.5	10	1.7	6.7	4.2	63	50	60
	9	22.4	13.8	0	1.9	6.7	4.6	69	59	88
	11	11.5	11.0	5	—	4.2	—	—	11	5
明-1	8	38.8	13.7	0	2.2	6.2	3.1	50	83	83
	10	38.9	13.3	14	2.3	5.6	2.6	46	86	86
	11	31.8	11.8	17	2.1	4.6	2.3	50	92	75
	12	32.0	15.7	17	2.3	4.7	2.1	45	83	67
	14	22.0	14.3	0	—	5.0	1.2	24	63	54

※ 枯枝打ち跡率 = $\frac{\text{枯枝打ち跡数}}{\text{全枝打ち跡数}} \times 100$

※ 傷発生枝打ち跡率 = $\frac{\text{残枝径よりも傷径が大きい枝打ち跡数}}{\text{全枝打ち跡数}} \times 100$

※ ボタン発生枝打ち跡率 = $\frac{\text{ボタンが発生した枝打ち跡数}}{\text{全枝打ち跡数}} \times 100$

がなかった。本調査では残枝長の測定を行わなかったが、巻込み速度は直径成長と残枝長とに大きく影響されるとされており、また、竹内らは、ていねいな枝打ちの場合は、ノコギリはナタよりも残枝長で約 0.7 mm 長いと指摘している。従って、これらの報告により、枝打ち後の成長（約 3 mm）が同程度であるため、ナタとノコギリの巻込み年に差がなかったと考えられる。

枝打ち前、後 3 年間の成長は、それぞれにおいて美並村林分が大きく前 6.5 mm/年、後 4.5 mm/年、次いで八幡町林分前 5.0 mm/年、後 2.5 mm/年、明方村林分前 5.0 mm/年、後 2.0 mm/年と立地および枝打ち強度による差が出ていると思われる。枝打ちによる直径成長の減退は、八幡町、美並村林分では 30～50% であるが、枝打ち程度が強い明方村林分では 50～70% と大きく、特に 5 回目の枝打ちでは直径成長の減退が 76% と強いが、これは磨丸太生産の適寸木について事前に行う「枝じめ」作業である。

枝打ちによる幹部への傷は、ナタ枝打ちではどの林分でも大きく、傷発生枝打ち跡率は 50% 以上であり、ノコギリ、カマは 30% 以下である。中村らは、立木密度を高くすれば、枝径を小さくし、枝座が小さくなり、幹部への傷が少なくなることを指摘しているが、本調査においては、最も立木密度の高い明方村林分がナタ枝打ちで他の林分よりも傷発生枝打ち跡率が高く、立木密度よりも道具の違いの方が幹部への傷を多くさせると考えられる。

3. 1. 3 各要因とボタン発生枝打ち跡率の相関

平均傷径、平均残枝径、枯枝打ち跡率、平均巻込み年、枝打ち前3年間の平均成長、枝打ち後3年間の平均成長、傷発生枝打ち跡率の各要因とボタン発生枝打ち跡率との相関を求めた。その結果を図-3～9に示した。

相関係数は、もっとも大きいのは傷発生枝打ち跡率とのもので0.923を示すが、以後、平均傷径0.790、平均残枝径0.639、枝打ち前3年間の平均成長0.530、平均巻込み年0.213、

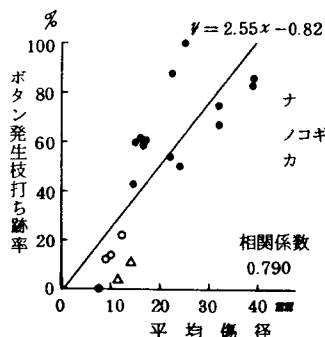


図-3 ボタン発生枝打ち跡率と平均傷径

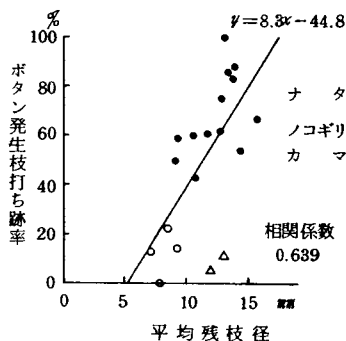


図-4 ボタン発生枝打ち跡率と平均残枝径

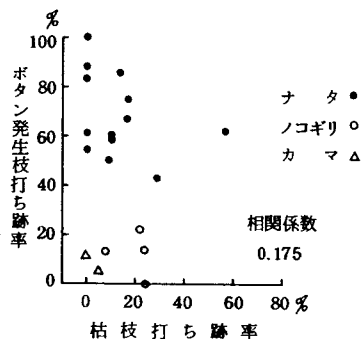


図-5 ボタン発生枝打ち跡率と枯枝打ち跡率

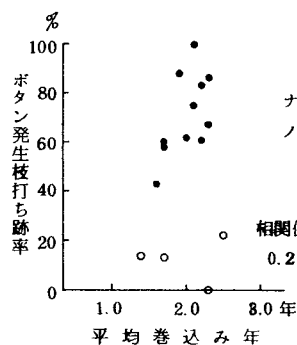


図-6 ボタン発生枝打ち跡率と平均巻込み年

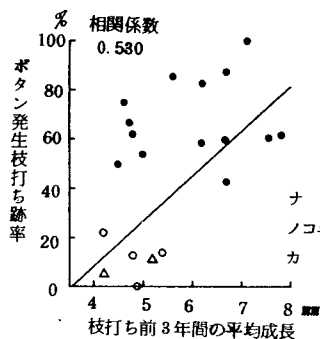


図-7 ボタン発生枝打ち跡率と枝打ち前3年間の平均成長

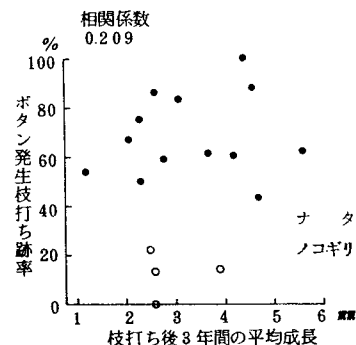


図-8 ボタン発生枝打ち跡率と枝打ち後3年間の平均成長

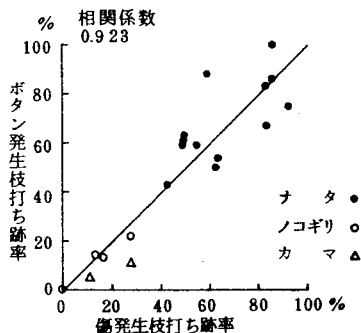


図-9 ボタン発生枝打ち跡率と傷発生枝打ち跡率

枝打ち後3年間の平均成長0.209、枯枝打ち跡率0.175の順であった。

幹部を傷つける枝打ちは、ボタン材発生^{3) 4) 5)}の原因といわれているが、本調査でも同じ結果が示された。傷発生枝打ち跡率に次いで平均傷径との相関が高かったのは、傷径が幹部に傷をつける原因であるからと考えられる。中村らは、枝の成長が旺盛なものほど枝座が大きく幹を傷つける割合が高いことを指摘しているが、このような理由によって、平均残枝径及び枝打ち前3年間の平均成長のように枝座の形に結びつく要因について相関が高くなったと考えられる。枝打ち後の成長に関連する平均巻込み年及び枝打ち後3年間の平均成長、枯枝打ち跡率は、ボタン材発生を起させる原因になりにくいと考えられる。

相関が認められる傷発生枝打ち跡率、平均残枝長、平均傷径、枝打ち前3年間の平均成長のそれぞれとの関係図において、ノコギリ、カマ枝打ちはほとんど回帰直線の下側に測定値が分布しているが、このことは直線よりも上に測定値が分布するナタよりもボタン材発生が少ないことを示すものである。ナタで枝打ちする場合でも、ボタを落したもののほうが、刃先の衝撃力及びナタのハラによる打撃が小さくボタン材発生を少なくすると言われているが、ナタとノコギリ、カマとのボタン材発生の違いがあることと共通することがらと考えられるが今後さらに検討する必要がある。

3. 1. 4 ボタン材の面積と枝打ち道具

ボタン面積と残枝径、傷径との関係を図-10、11に示した。

ボタン面積の最大は、ナタ枝打ち跡で116cm²である。ノコギリ、カマ枝打ち跡のボタン材発生数が少ないため明かではないが、両者は、ナタよりもボタン面積が小さいように思われる。ボタン面積は、10cm²以下が60%、10~20cm²で20%、その他で20%の分布になっており、面積が増すに従い分布が少ない傾向を示している。残枝径、傷径いずれも、大きな値になれば、これらの値におけるボタン材の最大面積と最小面積が大きくなり、残枝径及び傷径が大きくなる程、ボタン面積が大きくなる傾向がわずかながら認められた。残枝径とボタン面積の関係は、大迫らの指摘と同じ結果である。

傷径とボタンの長さについて、中野⁴⁾は0.844の高い相関係数を報告しているが、本結果のボタン面積と傷径との関係ではそれほど高い相関は認められなかった。

ナタのみで5回枝打ちされた明方村の解析木について、ボタン面積と枝打ち年の関係を図-12に示した。

ボタン面積の最大が6年前、次いで8年前、6年前が2個、5年前が2個と古い枝打ち跡程大きい傾向がみられる。ボタン面積が小さいものには、2年前のものが最も多く、4、

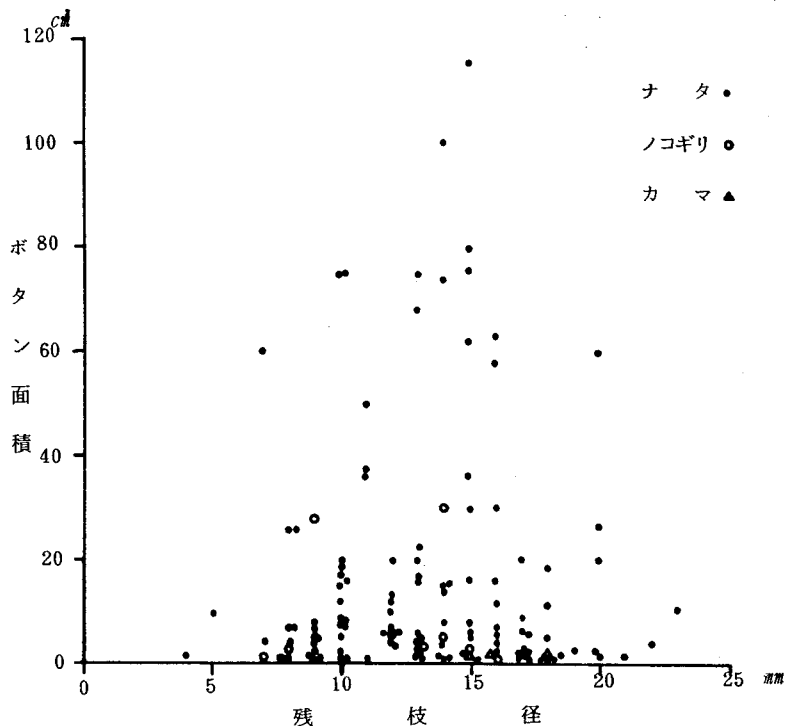


図-10 ボタン面積と残枝径

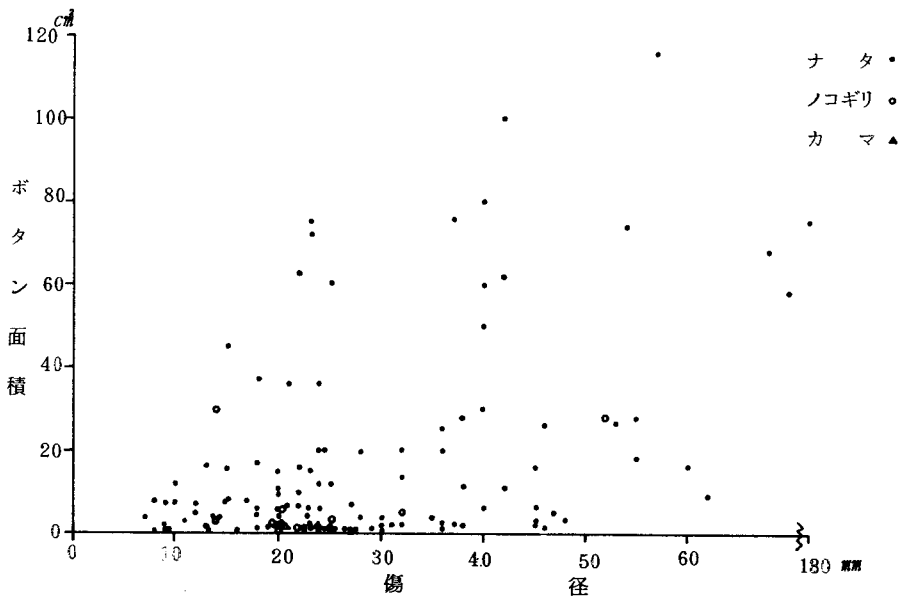


図-11 ボタン面積と傷径

5年前のものも割合多い傾向にある。従って、ボタン面積は、枝打ち後数年間は広がる傾向があると考えられる。赤井は、傷の刺激によって物質の合成、分解が起こり、柔細胞の壊死、栄養の消耗などが伴い、細胞中に沈澱物を生じて組織は暗色化することを指摘しているが、数年間は傷の刺激が柔細胞を壊死させ、栄養を消耗させ組織の暗色化が進行していると考えられる。

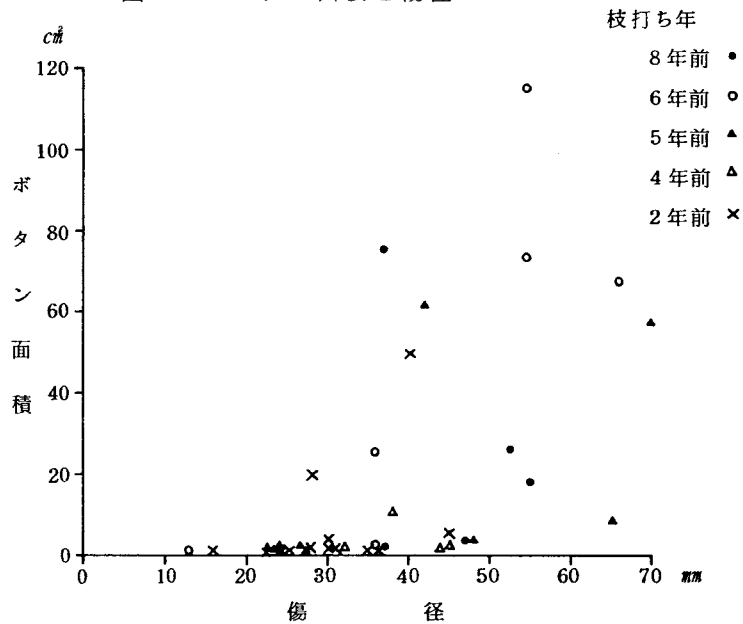


図-12 ボタン面積と枝打ち年

3. 2 枝打ち時期別試験

3. 2. 1 節解析結果

スギの節解析結果を表-5に示した。

解析木は、樹高8~10m、胸高直径12~14cmである。平均残枝径は、No16で11mmとやや小さく、他では13~16mmである。平均傷径は、No16で12mmとやや小さく、他は16~24mmである。枯枝打ち跡率は、No16で87%と著しく高く、他は20%未満である。No16は、試験地の中でも混み合った位置にあり、残枝径が小さく枯上りが進んでいるため、枝座が小さく枝打ち傷が小さくなっていると考えられる。

表-5 節解析結果 (スギ)

枝 打 ち 時 期 処 理	8 月		11 月		4 月	
	無処理	ケアヘルス	無処理	ケアヘルス	無処理	ケアヘルス
供 試 木No.	16	28	69	54	121	97
樹 高 <i>m</i>	9.7	7.7	8.9	9.3	9.4	9.3
胸 高 直 径 <i>cm</i>	13.9	12.4	12.7	11.7	13.8	13.4
平 均 残 枝 径 <i>mm</i>	11	13	15	14	15	16
平 均 傷 径 <i>mm</i>	12	22	21	36	44	48
枯 枝 打 ち 跡 率 %	87	7	18	21	11	4
平 均 短 残 枝 長 <i>mm</i>	9.6	2.7	2.9	2.4	1.7	1.7
平 均 残 枝 長 <i>mm</i>	3.4	2.6	3.4	2.9	2.4	2.1
枝打ち前2年間の平均成長 <i>mm/年</i>	6.9	6.1	5.3	6.5	7.0	7.4
枝打ち後2年間の平均成長 <i>mm/年</i>	4.3	4.0	4.0	3.9	4.1	3.8
巻 込 み 枝 打 ち 跡 率 % [※]	3	37	44	61	85	89
傷 発 生 枝 打 ち 跡 率 %	7	22	21	36	44	48
ボ タ ン 発 生 枝 打 ち 跡 率 %	43	41	29	14	37	33

※ 巻込み枝打ち跡率 (%) = $\frac{\text{巻込み完了枝打ち跡数}}{\text{全枝打ち跡数}} \times 100$

平均短残枝長は、No16で9.6mmと大きく、他は3mm未満である。平均残枝長は約2～3mmで、全ての解析木が幹にそって平行に枝打ちされていると考えられる。

枝打ち前2年間の平均成長は、5～7mm/年であるが、枝打ち後2年間の平均成長は、約4mm/年といずれの供試木も成長が同じである。巻込み枝打ち跡率は、No16で3%と少なく、No28、69で約40%、他は60%以上である。巻込み速度は、枝打ち後の直径成長と残枝長に大きく影響されると言われているが、枝打ち後の直径成長が同じである本試験結果では、残枝長よりも短残枝長の方がより大きな影響を及ぼしているように考えられる。

傷発生枝打ち跡率は、No16で7%と少なく、No28、69で約20%、他は約40～50%である。ボタン発生枝打ち跡率は、No16、28で約40%と多く、No54が15%と少なく、他は約30%である。先に述べた実態調査では、ボタン発生枝打ち跡率では相関がもっとも高かったが、本試験では異なる傾向が認められる。

ヒノキの節解析結果を表-6に示した。

解析木は、樹高5～6m、胸高直径6～7cmである。平均残枝径は、No12、31が6mmでやや小さいが他は8～9mmである。平均傷径は、No12、31が6～7mmと小さく、No88が18mmで大きく、他は約10mmである。平均傷径は、平均残枝径が大きいもので大きくなる傾向が認められる。枯枝打ち跡率は、全て約5%以下である。平均短残枝長は、無処理区のみ測定したが、いずれも約3mmである。

枝打ち前2年間の平均成長は、4～6mmである。枝打ち後2年間の平均成長は、No31で約2mmと小さく、No4、13で約3mm、他は4～5mmである。枝打ち後の直径成長減退は、No31で約50%と大きく、No9で減退がなく、他は約40%未満である。巻込み枝打ち跡率は、11～100%とバラツキが大きく、No31で11%と低く、他は50%以上であり、枝打ち後2年間の平均成長が大き

表-6 節解析結果（ヒノキ）

枝 打 ち 時 期	8 月		10 月		4 月	
処 理	無 処 理	ケアヘルス	無 処 理	ケアヘルス	無 処 理	ケアヘルス
供 試 木No	4	9	13	12	38	31
樹 高 <i>m</i>	5.9	6.2	5.4	5.8	5.7	5.2
胸 高 直 径 <i>cm</i>	6.4	6.2	6.4	7.0	6.8	6.8
平 均 残 枝 径 <i>mm</i>	8	8	9	6	9	6
平 均 傷 径 <i>mm</i>	10	13	13	7	18	6
枯 枝 打 ち 跡 率 %	3	7	0	4	4	5
平 均 短 残 枝 長 <i>mm</i>	3.4	—	2.5	—	3.4	—
枝打ち前2年間の平均成長 <i>mm/年</i>	4.7	5.0	5.6	5.9	5.5	4.2
枝打ち後2年間の平均成長 <i>mm/年</i>	3.2	5.1	3.3	4.9	4.4	2.2
巻 込 み 枝 打 ち 跡 率 %	52	96	55	100	71	11
傷 発 生 枝 打 ち 跡 率 %	39	56	71	29	71	5
ボ タ ン 発 生 枝 打 ち 跡 率 %	32	37	35	4	50	5

いものほど巻込み枝打ち跡率が高くなる傾向が認められる。

傷発生枝打ち跡率は、平均傷径が大きいものほど発生率が高く、No13、38で71%と高く、No31が5%と低く、他は約30～60%である。ボタン発生枝打ち跡率は、傷発生枝打ち跡率が高い場合に高くなり、No12の4%、No31の5%は低いが、No38は50%と高く他は35%である。先のスギ実態調査と同じ傾向が認められる。

3.2.2 短残枝長と残枝長（スギ）

スギについて、ボタン発生枝打ち跡率と傷発生枝打ち跡率との関係が先の実態調査と異なったため、節解析結果の中に認められた枯枝打ちと生枝打ちの違いについて、短残枝長と残枝長から検討してみた。

短残枝長別の枯枝打ち跡出現率及び短残枝長別の枝打ち跡数頻度分布を図-13、14に示した。

枯枝打ち跡出現率は、短残枝長0mmでは0%と最小で、短残枝長が長くなるに従い発生率が高くなり7mm以上では約80%以上になる。枝打ち跡数頻度分布において、全枝打ち跡数頻度は、短残枝長0mmで23%と最高を示し、短残枝長が長くなるに従い頻度が低くなる傾向が認められる。生枝

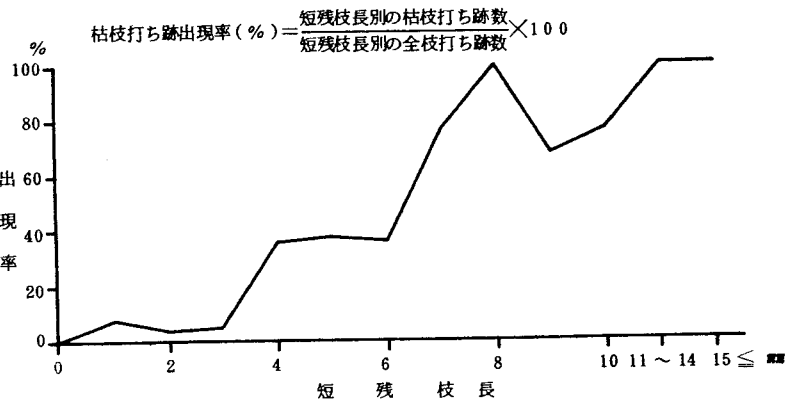


図-13 短残枝長別の枯枝打ち跡出現率（スギ）

打ち跡数頻度は、短残枝長 0 mm で 30 % と最高を示し、短残枝長が長くなるに従い低くなり 7 mm 以上では 0 % に近くなっている。枯枝打ち跡数頻度は、短残枝長 0 mm で 0 % と最小を示し、短残枝長が長くなるに従い頻度が高くなり 11 mm 以上 14 mm 以下で 23 % の最高を示しており、生枝打ち跡数頻度と逆の傾向が認められる。全枝打ち跡数頻度が生枝打ち跡数頻度と同じ傾向を示すのは、全枝打ち跡数 173、生枝打ち跡数 129、枯枝打ち跡数 44 と生枝打ち跡数が全体の 75 % を占めるためと考えられる。

残枝長別の枯枝打ち跡出現率及び残枝長別枝打ち跡数頻度分布を図-15、16に示した。

枯枝打ち跡出現率は、残枝長が長くなれば高くなる傾向が認められ、5 mm 以下では約 30 %、6 mm 以上では約 70 % である。枝打ち跡数頻度については、全枝打ち跡数、生枝打ち跡数、枯枝打ち跡数いずれも、中央の頻度が高い正規分布型を示している。最大頻度を示す残枝長は、全枝打ち跡数（29 %）及び生枝打ち跡数（33 %）で 2 mm、枯枝打ち跡数（27 %）で 3 ~ 4 mm に認められ、枯枝打ち跡でいくぶん長い傾向が認められる。

幹面にそって平行に枝打ちがされる場合、枯枝打ち跡が生枝打ち跡よりも少し残枝長が長くなる傾向が認められるが、残枝長を一定に保つ枝打ち方法と考えられる。生枝打ち跡及び枯枝打ち跡は、残枝長については約 0 ~ 6 mm の短い長さに対し同じような分布が認められるが、短残枝長については約 0 ~ 15 mm の長さに対し、短い短残枝長では生枝打ち跡が多く長い短残枝長では枯枝打ち跡が多いそれぞれ逆の傾向が認められる。そこで、枝打ち跡のボタン及び傷の発生について、短残枝長と残枝長から以後検討してみた。

3. 2. 3 ボタン材の発生と短残枝長及び残枝長

スギについて、ボタン及び傷発生枝打ち跡出現率と短残枝長の関係を図-17に示した。

ボタン発生枝打ち跡出現率は、短残枝長が 0 mm で 7.9 % と大きく、短残枝長が 1 mm で急激に減少し

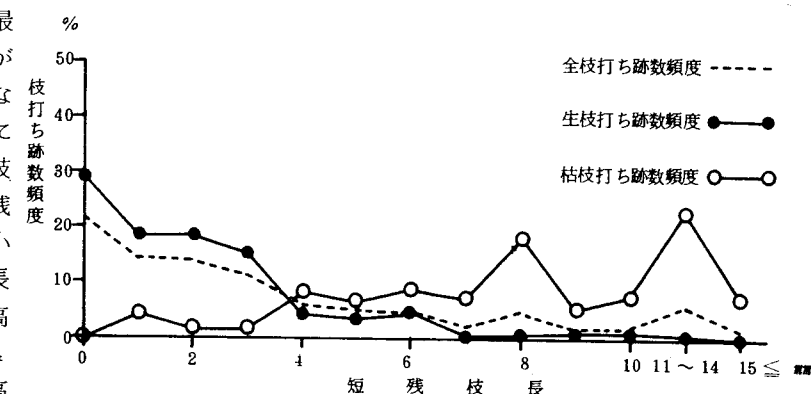


図-14 短残枝長別の枝打ち跡数頻度分布 (スギ)

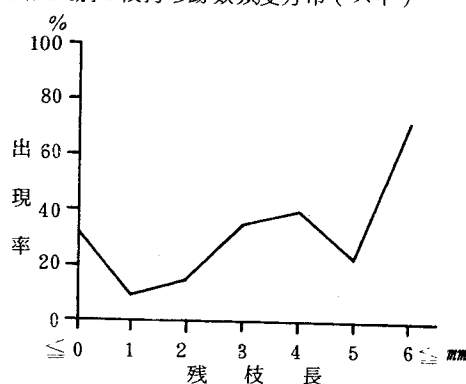


図-15 残枝長別の枯枝打ち跡出現率 (スギ)

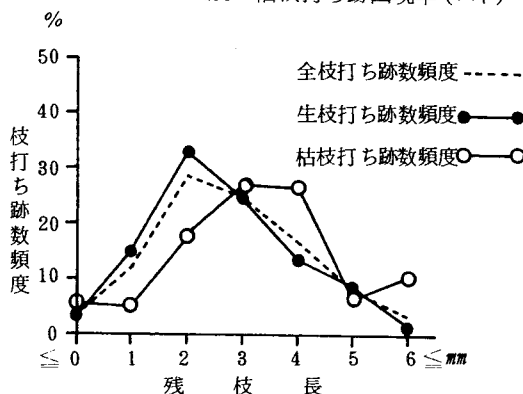


図-16 残枝長別の枝打ち跡数頻度分布 (スギ)

23%となり、短残枝長が4mmでボタン発生がなくなり、短残枝長8mmから再び増加し15mm以上では100%となっている。

傷発生枝打ち跡出現率は、短残枝長0mmで100%で急激に減少し短残枝長4mmで0%になり、短残枝長8～10mmでは10%前後であった。短残枝長9

mm以下ではボタン発生枝打ち跡出現率と傷発生枝打ち跡出現率は同じような傾向を示し、10mm以上では異なった傾向を示している。

傷発生枝打ち跡出現率の多い短残枝長3mm以下については、0mmは直接材部への切削であり、1～3mmは図-16からも樹皮及び韌皮組織であり、それらの傷が幹表面にまで影響したものと考えられる。10mm以上については、図-13のとおり全て枯枝打ちである。

スギについて、ボタン及び傷発生枝打ち跡出現率と残枝長との関係を図-18に示した。

ボタン及び傷発生枝打ち跡出現率は同じような傾向を示し、残枝長が0mmでいずれも最も高く67%で、残枝長が長くなるに従い低くなる傾向を示しており、幹部への傷、短残枝長の長い枯枝打ちによる特徴が明らかに表われていないと考えられる。

ヒノキについて、ボタン及び傷発生枝打ち跡出現率と短残枝長との関係を図-19に示した。

ボタン及び傷発生枝打ち跡出現率は、スギと同様に、いずれも同じ傾向を示し、短残枝長1mm以下で約100%の発生率を示し、2mm以上では次第に低くなり4mm以上では約20%の発生率である。

ヒノキでは、表-6に示されているように枯枝打ちが少ないため、スギの短残枝長9mm以下と比較してみた。スギでは、短残枝長1mm以上ですでに発生率が50%以下になっているのに対し、ヒノキでは、3mm以上でないと発生率が50%以下にならない。従って、ヒノキの枝打ちは、スギよりも樹皮及び韌皮組織の傷が幹表面の傷になりやすく、ボタン材の発生を多くする傾向が認められる。

幹部を切削した場合のボタン材は、写真1にみられるとおり、幹部の枝打ち時切断面からボタン材

$$\text{ボタン(傷)発生枝打ち跡出現率(\%)} = \frac{\text{短残枝長別のボタン(傷)発生枝打ち跡数}}{\text{短残枝長別の全枝打ち跡数}} \times 100$$

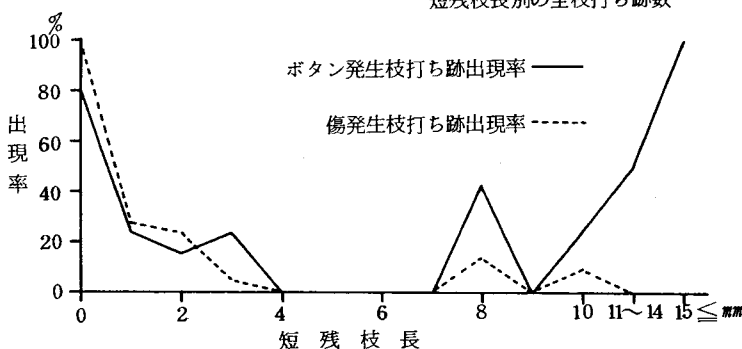


図-17 短残枝長別のボタン及び傷枝打ち跡出現率 (スギ)

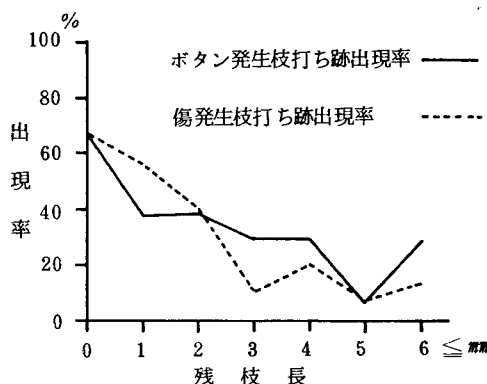


図-18 残枝長別のボタン及び傷発生枝打ち跡出現率 (スギ)

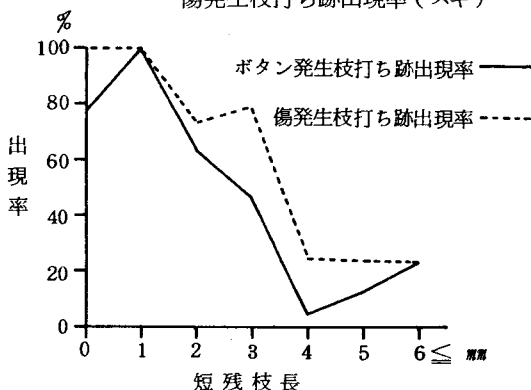


図-19 短残枝長別のボタン及び傷枝打ち跡出現率 (ヒノキ)

が広がる型をしている。短残枝長が長い枯枝打ちから発生したボタン材は、写真2にみられるとおり、幹部の枝打ち時切断面からではなく、残枝の側面の入皮部分から広がり、大迫らが区分している α_2 型の自然落枝に起因するボタン材の型をしている。

刃物により直接傷つけられた幹部及び枯枝の入皮部分の幹部は、いずれも生きた辺材部が外界又は枯死部に直接接した部分であり、その部分の異常な枯死が広がりボタン材を発生させていると思われる。材中にある古い枝打ち跡及び自然落枝跡において、残枝部の外側をとり囲むようにボタン材が発生している場合があり、残枝部が巻込む場合に生じた入皮から生じたと思われる。

枯枝打ちに起因するボタン材の発生が、枝打ちによりボタン材の発生を促進したものか、枯枝が付着している時点ですでにボタン材が発生していたものか今後検討を要する。

3. 2. 4 枝打ち時期別のボタン材発生

ボタン材の発生は、幹部への傷の発生等に大きく影響されるため、それらを考慮して枝打ち時期別のボタン材発生を検討した。

枝打ちは、通常、生枝の時に打たれているため、短残枝長10mm以上の枯枝打ち跡を除いて、傷径と残枝径との差によるボタン発生枝打ち跡率をスギについて表-7、ヒノキについては表-8に示した。

スギについて、ボタン発生枝打ち跡率を時期別にみると、傷径が残枝径と同じ場合、4月枝打ちがボタン材が発生しない。次いで、11月7%、8月33%の順に発生が多くなっている。傷径が残枝径よりも大きい場合、11月65%と少なく、4月70%、8月100%の順に発生が多くなっている。従って、傷径と残枝径の大きさに関係なく、8月枝打ちのボタン材発生は11月、4月よりも多い。11月、4月枝打ちでは、傷径と残枝径とが等しくなるようなティネイな枝打ちをすれば4月がボタン材発生が0%となるが、一般的にはいずれも差異が認められないので、枝打ちの適期は11月、4月と考えられる。

ケアヘルス塗布については、どの枝打ち月でも、傷径と残枝径の大きさに関係なく、ボタン発生枝打ち跡率はケアヘルス塗布区で低くボタン材発生を抑制する効果が認められる。

表-7 枝打ち時期別ボタン発生枝打ち跡率(スギ)

枝打ち時期	8月		11月		4月		計	
処 理	無処理	ケアヘルス	無処理	ケアヘルス	無処理	ケアヘルス	無処理	ケアヘルス
傷径＝残枝径	39	24	11	0	0	0	20	9
%	33		7		0			
傷径＞残枝径	100	100	100	40	77	64	86	63
%	100		65		70			

表-8 枝打ち時期別ボタン発生枝打ち跡率(ヒノキ)

枝打ち時期	8月		10月		4月		計	
処 理	無処理	ケアヘルス	無処理	ケアヘルス	無処理	ケアヘルス	無処理	ケアヘルス
傷径＝残枝径 %	5	0	0	0	25	0	8	0
	3		0		8			
傷径＞残枝径 %	75	67	77	13	60	100	70	50
	70		60		62			

ヒノキについては、時期別にみると、傷径が残枝径と同じ場合、10月がボタン材が発生せず、次いで8月3%、4月8%の順に発生が多くなっているがあまり差異は認められない。傷径が残枝径よりも大きい場合、10月、4月がそれぞれ60%、62%とほぼ等しく小さく、8月は70%と若干であるがボタン材発生が多くなっている。従って、10月枝打ちは、傷径と残枝径との大きさに関係なく、8月、4月よりもボタン材発生が少ないので枝打ち適期と考えられるが、8月と4月とでは差がみられない。

ケアヘルス塗布については、4月枝打ちの傷径が残枝径よりも大きい場合を除いて、ボタン材発生を抑制する効果が認められる。

中野⁴⁾が行った4月から7月までのスギ枝打ち時期別試験では明らかな差が認められず、大迫³⁾らは、スギについて、10月、12月、2月枝打ちでは2月枝打ちでボタン材発生が低下することを指摘している。本調査で、スギの枝打ちの場合には、4月、11月が8月より適期、ヒノキの枝打ちの場合には、10月が8月、4月よりも適期であり、中野、大迫らの結果と相違があるとは思われない。

3. 2. 5 ボタン材の面積と枝打ち時期

スギにおけるボタン面積と傷径との関係を図-20に示した。

傷径が小さいものでボタン面積が広がっているが、その広いものは8月枝打ちのものが多く認められる。8月枝打ちを除いた場合には、傷径が大きくなればボタン面積が広がる傾向が認められる。

スギにおけるボタン面積と短残枝長との関係を図-21に示した。

短残枝長10mm以上の枯枝打ちのボタン面積は、短残枝長9mm以下の生枝打ちのものと同じくらい広がると考えられる。短残枝長が9mm以下の生枝打ちでは、短残枝長が小さいものほどボタン面積が広がる傾向が認められる。短残枝長10mm以上の枯枝打ちでは、短残枝長が大きいものほどボタン面積が広がる傾向が認められる。

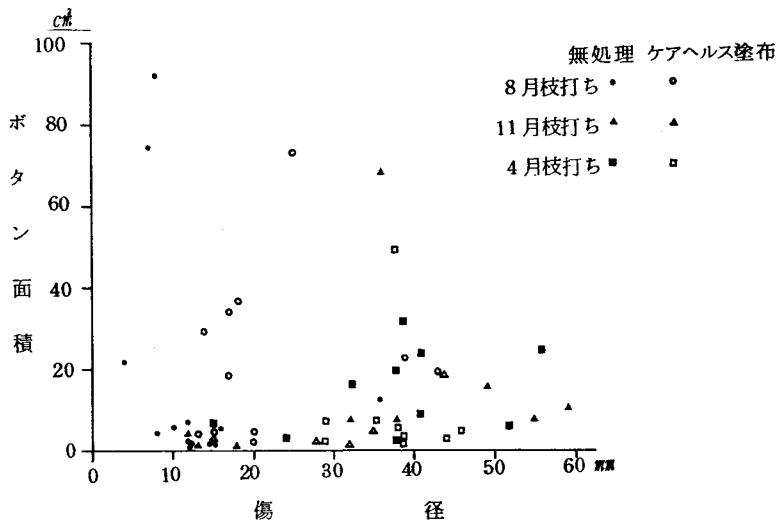


図-20 ボタン面積と傷径 (スギ)

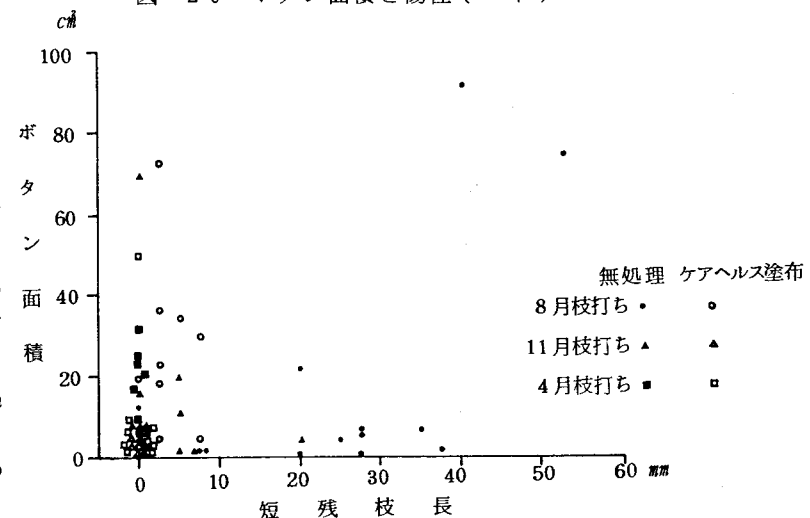


図-21 ボタン面積と短残枝径 (スギ)

短残枝長 9 mm 以下において、8 月枝打ちとは他の月のものよりも面積が広い傾向が認められる。

ヒノキにおけるボタン面積と傷径との関係を図-22 に示した。

傷径が大きくなるに従い、ボタン面積が広がる傾向がみられ、時期別には広がり之差は認められない。

ヒノキにおけるボタン面積と短残枝長との関係を図-23 に示した。

短残枝長 9 mm 以下のスギと同様、短残枝長が短いものほどボタンの広がり大きい傾向がみられ、10 月枝打ちが 8 月、4 月よりもボタン面積が広い傾向が認められる。

4 ま と め

比較的に体系的に枝打ちが行われたスギ 14 ~ 16 年生林分において、特に枝打ち道具の違いによるボタン材の発生について検討を行い、また、スギ 15 年生及びヒノキ 10 年生の枝打ち時期別試験林分において、枝打ち時期及びケアヘルス塗布とボタン材発生との関係を調査し、ボタン材の発生を防止する枝打ち方法を検討した。

- (1) ボタン材の発生（特にスギの場合）は、幹部を傷つける枝打ち及び短残枝長 10 mm 以上の枯枝によって多発し、それは枝座の型に影響を及ぼす残枝径、枝打ち前の成長に影響される。
- (2) ナタによる枝打ちは、その熟達度如何によっては、ノコギリ、カマに較べて幹部に傷をつけやすく、その結果、ボタン材発生が多い。
- (3) ボタン面積は、傷径が大きいもの程広く、約 10 年生までの林木では、ボタン着色部分は経年的に広がるものと思われる。
- (4) ボタン材発生を少なくする枝打ち時期は、スギでは 4 月、11 月が 8 月よりも適し、ヒノキでは 4 月が 8 月、11 月よりも適していると考えられる。
- (5) ケアヘルス塗布は、スギ、ヒノキいずれにおいてもボタン材発生を少なくする効果が認められる。
- (6) スギ枝打ち跡の巻込みは、残枝長よりも短残枝長との関連が大きく、枝打ち後の直径成長が約 2 mm/年で枝の切断位置が同程度であれば道具による差は生じないと考えられる。

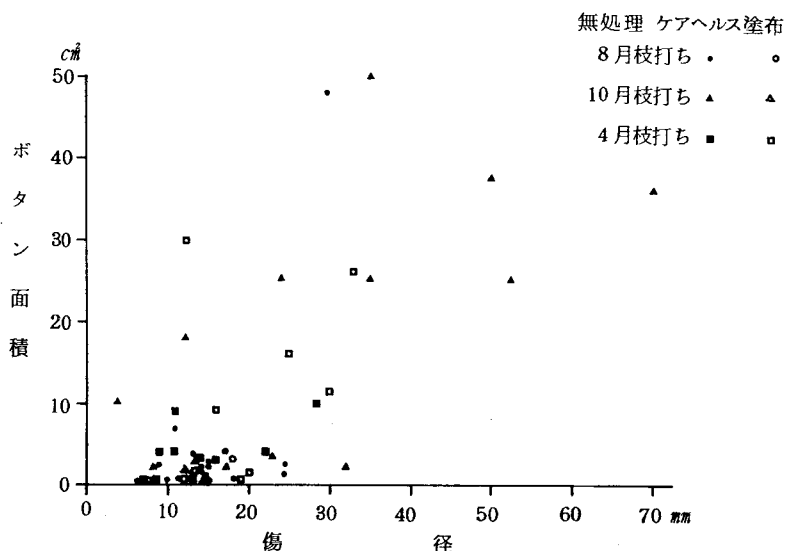


図-22 ボタン面積と傷径（ヒノキ）

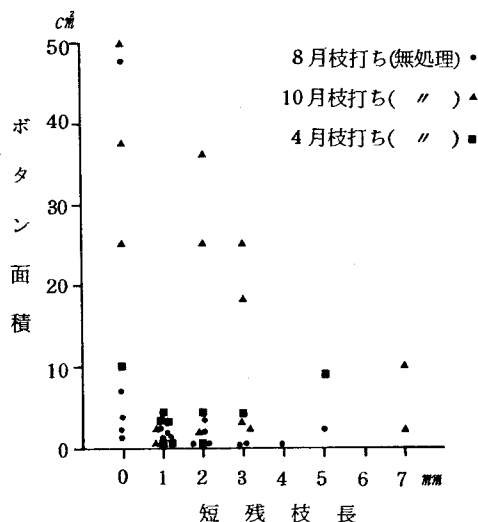


図-23 ボタン面積と短残枝長（ヒノキ）

引用文献

- 1) 赤井重恭：生立木材質の変色と腐朽 (I) 「ボタン材」の研究にあたって：森林防疫、No 310、P 4、1978
- 2) 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 (I) ボタン材について：京大演報 44、P 159、1972
- 3) 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 (II) 枝打ちとボタン材：京大演報 46、P 103、1974
- 4) 中野敏夫：枝打ちによるスギ材の変色について：林業技術、No 443、P 42、1979
- 5) 中村基、後藤康次：枝打ちに起因する着色障害について：岐阜林セ研報 5、P 1、1977
- 6) 竹内郁雄、蜂屋欣二：枝打ち跡の巻込みに関する研究：林試研報 292、P 161、1977
- 7) 藤森隆郎：枝打ちに関する基礎的研究 I、生態学的調査資料に基づく枝打ちの考察：林試研報 228、P 1、1970
- 8) 川野洋一郎、諫本信義：立木密度・枝打ちと肥培に関する研究、大分県林試研報 15、P 20、1978
- 9) 白間純雄：スギの枝打ちと巻込みの関係、26回日林関西支講、P 135、1975



写真1

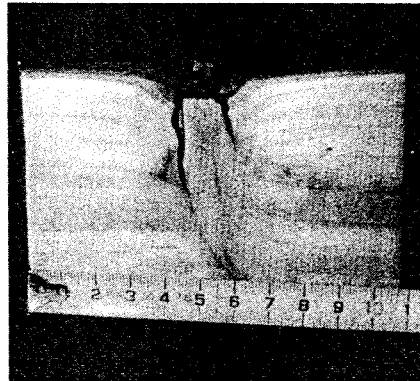


写真2

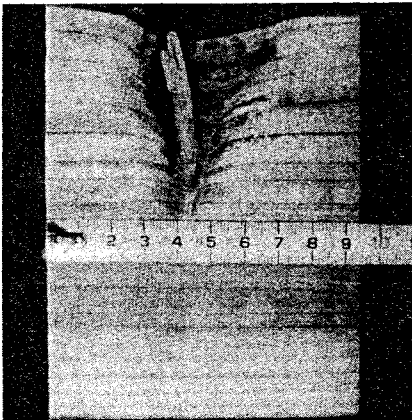


写真3

写真1 生枝打ち跡（スギ）
下の節はボタン材が発生している。

写真2 枯枝打ち跡（スギ）
入皮からボタン材が広がっている。

写真3 枯枝打ち跡（スギ）
枯枝から虫が入りボタン材が発生している。

