

枝打跡の追跡調査(Ⅲ)

—枝打後2～4年の枝打跡の変化と節解析—

古谷 士郎*・酒井 徹朗*・川那辺三郎**

Observation for Branch Stub after Pruning (III)

—Changes of branch stub from 2 to 4 Years
after pruning and knot analysis—

Shirou FURUTANI, Tetusrou SAKAI, Saburo KAWANABE

要 旨

枝打器具の違いによる枝打跡の巻き込みの速さ(年数)と状態を明らかにする目的で、芦生演習林内に設定された固定プロット内の枝打供試木について、既報に引き続き、枝打後2年経過した時点からさらに2年間調査を行った。さらに、枝打後4年経過した時点で供試木12本のうち5本を伐倒し、材幹を縦割りして節解析を行い、材の変色原因等について検討した。

調査の結果、次のようなことが明らかとなった。

- 1) 枝打後4年経過した時点での枝打跡の巻き込み完了数の比率は、鎌が最高で、88.9%、ついで鉋の81.0%、鋸が最も低く71.4%となった。なお、鎌は終始他の器具より巻き込みは早かったが、鉋と鋸では枝打後3年経過した時点で逆転した。
- 2) 節解析の結果から、枝打による材の変色等の発生原因を他の研究者の報告も合わせ検討したところ、年輪割れ、枝隆部の切除、樹皮の剝離がその原因として上げられた。
- 3) また、鉋での枝打の場合に、他の器具に較べて入皮の発生がやや多くなるようであった。

I はじめに

近年の林業労働人口の減少と高齢化に対処し、材の付加価値を高めるために、より能率的な枝打機械の開発が望まれている。この枝打機械開発のための基礎的な資料を得るため、固定プロットを設定し、昭和56年度より、鎌、鉋、鋸の3種類の枝打刃物を使用した場合の枝打跡の巻き込み状態の経時的な変化を、枝打跡を直接写真撮影を行うことにより調査してきた。枝打後2年経過した時点までの巻き込み状態の変化については、すでに報告している^{1)~3)}。

本報告は、その後の巻き込み状態の変化についての検討結果と、枝打供試木12本のうちの5本を伐倒し縦割りにして材の変色や巻き込み状態について検討した結果について述べたものである。

* 林業工学研究室

** 演習林

II 調査概要

既報のとおり、京都大学芦生演習林5林班内の昭和39年植栽の杉造林地に調査プロットを設定し、そのプロット内の12本の供試木の158ヶ所の枝打跡について、その巻き込み状態の変化を写真撮影を行うことにより調査してきた。そして、枝打後の2年経過時の10回目まで調査結果については既に報告がなされているので、本報告では、その後の2ヶ年間（7回撮影された）の枝打跡撮影写真について検討した結果について述べる。また、17回目の撮影後5本の供試本を伐倒し、対象としている枝打跡の巻き込み部分の一部について幹を縦割りにすることにより、巻き込み状態や、枝打による材の変色等の有無についてより詳細な検討をすることにした。Table 1に撮影

Table.1 The day of observation

No.	10	11	12	13	14	15	16	17
observation day	⁸³ 10/26	⁸⁴ 5/8	7/10	9/20	12/13	⁸⁵ 4/24	8/8	12/11
days after pruning (hatchet, saw)	700	895	958	1030	1114	1246	1352	1477
days after pruning (sickle)	532	532	727	800	872	956	1088	1171

日と経過日数を示した。Table中、鎌の場合の枝打後の日数が他の刃物の場合より短いのは、鋸、鉋での枝打を実施した12月下旬では枝打が困難であり、その翌年の樹液流動開始直後に行ったためである。また、樹幹を縦割りにして得られた枝打跡の巻き込み状態を検討し、枝打跡の写真と比較するため、枝打跡の写真撮影と同様な方法で樹幹部の撮影を行った。

III 結果と考察

III-1 巻き込みの経時的変化

まず最初に、枝打後700日（鎌では532日）にあたる10回目の撮影調査日以降の枝打跡巻き込み部の器具別断面積合計値と第1回目の枝打跡断面合計との比の経時的変化を示すと Fig. 1 のようであった。10回目の撮影が行われた日は、Table 1 に示されているように10月26日であり、ほぼ樹液の流動が終り巻き込みは停止していると考えられる。この時点で供試本は枝打後2回目の活動期を終えたことになる。この時点での未巻き込

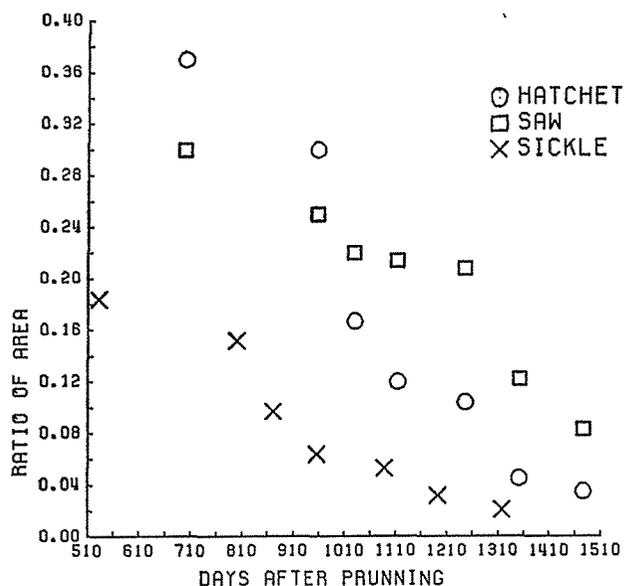


Fig.1 Changes of the ratio of total area at unoccluded parts of branch stub to total area of branch stub just after pruning

み部の器具別断面積合計は鉈が 29.33 cm²、鋸が 23.37 cm²、鎌が 9.60 cm²であり、これを巻き込み開始前の第 1 回目の撮影結果から得られた枝打跡断面積合計との比で示すと、それぞれ、鉈が 0.370、鋸が 0.300、鎌が 0.184 となる。このように全般的に見れば、枝打後 2 年経過した時点では、鉈による場合の巻き込みが最も遅く、ついで鋸、鎌の順になる。ところが、3 年目の活動期を終えた 14 回目（枝打後 1114 日）の記録結果ではこの順序が崩れ、鋸、鉈、鎌の順になり、鉈の巻き込みが 3 年目になって急速に進んだことを示している。また、鎌は、Fig.1 から、つねに他の刃物よりも巻き込みが速いといえる。Table 2 に各刃物別の調査枝跡数等を示した。

Table.2 Results of first observation for branch stub after pruning

	TOOL		
	hatchet	saw	sickle
number of knot	63	49	45
total area of branch stub	79.27cm ²	77.80	52.17
mean area for one branch stub	1.26cm ²	1.59	1.16

以上のような鋸と鉈による巻き込みの経時的な差の原因としては、供試木の固体差や成長速度の差などが考えられるが、成長速度は必ずしも巻き込み速度とは比例するともいえない。例えば供試木中最も肥大成長の旺盛だった鉈による枝打を行った供試木では、10 回目の撮影時点は巻き込みの完了していた枝打跡はわずか 2 個であった。このようなことから、明確には理由づけはできないが、枝打跡の残枝の断面の状態が影響しているとも見られる³⁾。枝打跡の巻き込みは枝打跡周辺にカルスが形成され、それが枝跡断面に拡がるようにして行われるが、巻き込みの遅い枝跡では一般にカルスの形成が遅い。また、カルスが形成されると巻き込みも比較的速い。

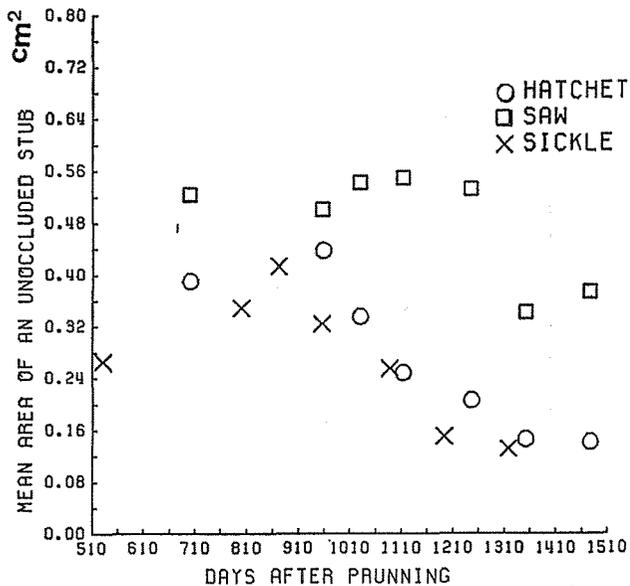


Fig.2 Changes of mean area of unoccluded parts of a branch stub

鉈による枝打の場合、残枝の割れや年齢割れを生ずる場合が多く、枝打跡にカルスが形成され始めたとしても、その影響で鋸や鎌の場合より巻き込みに時間を要するようである。枝打後 3 年目に入ると、この残枝割れなどの影響が除かれ、巻き込みが進む結果、鋸よりも未巻き込み枝打跡断面積が減少する。ちなみに、鉈での枝打本数 63 本中、残枝われを生じている節数は約 70% の 44 本であった。

つぎに、Fig.2 に枝打跡の未巻き込み部分の 1 節あたりの平均面積を示す。これは、ある時点での未巻き込み枝跡

についての平均値であり、すでに巻き込みを完了したものは含まない。また、Fig. 3 に巻き込みの終了していない枝打跡数の変化を示した。

鎌を使用した場合の、10回目の撮影時点での未巻き込み枝打跡数は27個で平均未巻き込み枝打跡面積は 0.356cm^2 、12回目では 0.426cm^2 、13回目では最大値の 0.504cm^2 となる。これは、最初の平均枝打跡面積の43.5%ということになる。そして、その後の調査結果では日数の経過と共にこの値は一次関数的に減少している。鉈の場合にも同じ傾向が認められ、12回目の撮影時点で枝

打跡未巻き込み部の平均断面積は最大値となり、その後減少している。前回の値より大きな値を示すということは、それだけ、一個あたりの未巻き込み部分の大きい枝打跡の存在を意味している。また、その後の一次関数的な減少は、巻き込みの遅れていた枝打跡がほぼ同程度に巻き込み完了に向っていることを示していると考えられる。いずれにしても、鎌と鉈については、3年目の活動期に入ると、カルス形成の遅れた枝打跡のほとんどのものが、ほぼ一斉に巻き込みが進むと考えると良いようである。

つぎに鋸についてみると、10回目の撮影時点での未巻き込み枝打跡数は調査枝打跡数の約80%での38個で、未巻き込み部分平均断面積は 0.615cm^2 であった。その翌年末の活動停止期の14回目の撮影時点では、28個、 0.664cm^2 となり、この間の枝打跡の未巻き込み部の平均断面積は、鎌や鉈のように一次関数的には減少せず値も大きい。すなわち、鋸の場合、4年目の活動期になってもカルスの形成が遅い枝打跡が存在することを示している。鋸の場合におけるような枝打後最初の1年間にカルスの形

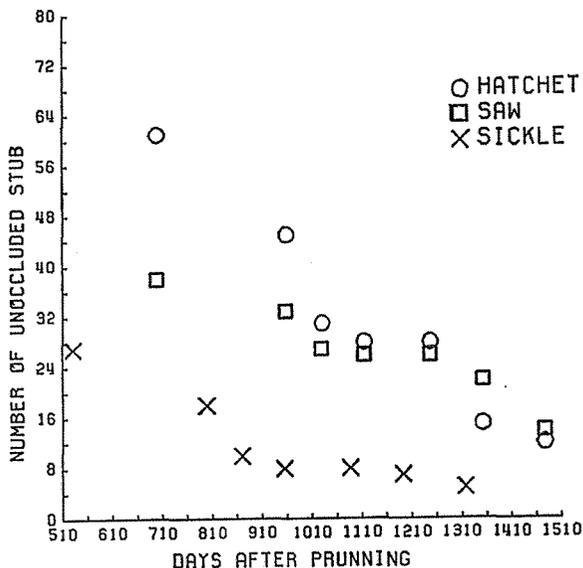


Fig.3 Number of unoccluded branch stub

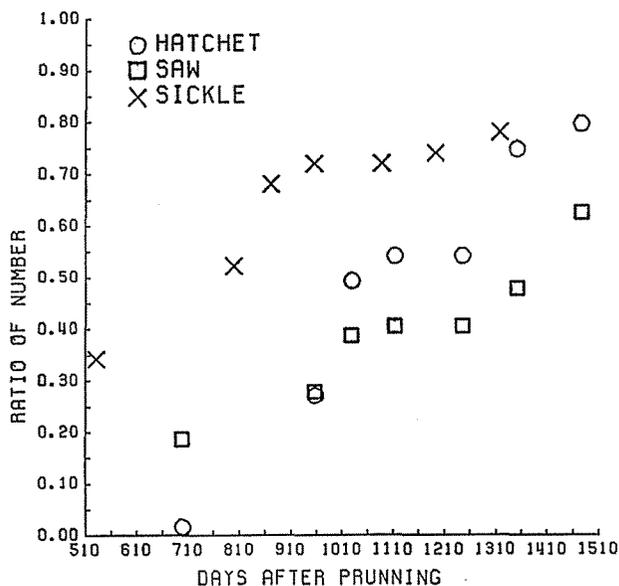


Fig.4 Ratio of ocluded branch stub completely to total number of observed knots on each tool

成がまったくみられないような枝打跡は、さらに巻き込みが1年以上遅れることを示している。

つぎに、10回目の観測日以降の巻き込み完了数の比率を図示すればFig. 4 のようである。Fig. 4 に示されているように、鋸の場合が完了率は各撮影時点で最高値となり、10回目（枝打後 532 日目）の撮影時で完了率は40%，14回目で88.9%，17回目で88.9%となっている。鋸と鉋については、12回目までは鋸が鉋よりも完了本数率が高く、それぞれ、12回目の撮影時点で32.7%，28.8%となる。1984末の14回目は46.9%，55.6%で、1985末の17回目では71.4%，81.0%となっている。藤森等⁹⁾の調査では5年以内に巻き込み完了した枝打跡の器具別巻き込み年数は、鉋が3.5年、鋸が3.6年、鋸が3.9年であり、やや鋸の場合が巻き込みは遅いようであるが大差なしとしている。しかし、上述のように、カルスの形成状態を写真撮影することで枝打跡の巻き込み完了の有無を調査した結果では、鋸による場合が鉋や鋸の場合より、巻き込みの遅れている枝打跡の割合が高くなるということがわかる。そして、枝打後4年経過した時点での巻き込み完了率は鋸、鉋、鋸の順に低くなるという結果になった。

ところで、枝打跡の巻き込みは、カルスがそれを覆うようにして行われるが、一般には樹液流動のあった生枝跡の方が枯枝跡よりカルスの形成は早く、したがって、巻込みも枯枝跡よりも早くなるように思われる。そこで、枝打後4年経過した17回目の撮影時点で、未巻き込み枝打跡のうち生枝跡、枯枝跡の割合がどの程度になるか調べた。鋸の場合は生・枯の判定が困難であったので、鉋・鋸の場合について述べる。生枝跡については未巻き込み率は本数比で、鉋が17.9%（供試木1本を除く）、鋸が10.7%であり、枯枝跡では、それぞれ46.7%，57.5%である。枯枝跡の約1/2は未巻き込みであり、明らかに生枝跡に較べて、巻込みが遅れる傾向にあることを示している。一般に枯枝は生枝より下側に位置し、枝打後の材の肥大が上部の、着生枝に近い

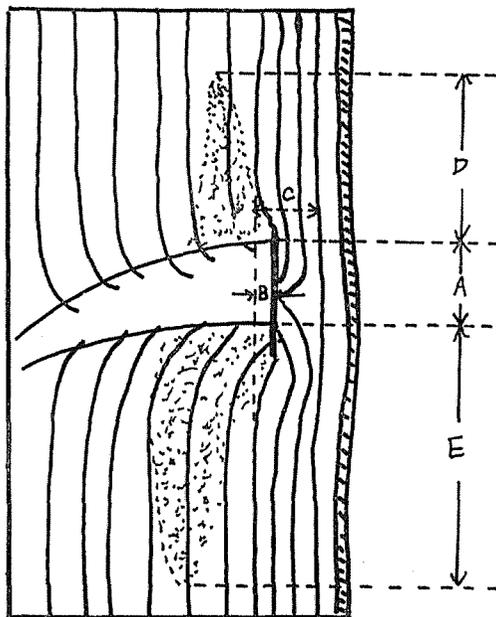


Fig.5 Method of knot analysis

- A : Diameter of branch stub
- B : Length of branch stub
- C : Radial length for occlusion
- D+E : Length of discoloration

枝打跡周辺の幹ほど大きく、巻き込みは上側が下側より早いとされているが、既報でも述べたように、同じ高さにある枝打跡でも、生枝跡の場合は枯枝跡よりもカルスの形成が早く巻き込みも早いという例⁹⁾があることからすると、枝打前の枝の生死は巻き込みに要する期間を左右する大きな要因の一つであると考えられる。このようなことからすれば、枝打により価値の高い良質材を生産しようとするなら、巻き込みが遅れ、欠点となる害を引き起こす確率の高い枯枝打ちが生じないような密度管理と連動させながら枝打を行っていくことが重要である。

III-2 材の縦割りによる枝打跡の巻き込み調査

1985年12月に供試木12本のうち5本を伐倒し、1m程度に玉切ったものを数片に縦割りして、巻き込み状態や、材の変色状態について調べた。Table 3 にその結果を示した。表中の残枝径、巻き込み長等はFig. 5

Table.3 Result of knot analysis

pruning tool	Tree No.	Knot No.	height (m)	branch diameter before pruning	branch stub diameter	branch stub length	occlusion length	radial increment after pruning (4 years)	length of discoloration (cm)	split of stub	split of annual rings	bark pocket	peeling off inner bark
Hatchet	3	24	2.85	20.0mm	17.0mm	3.8mm	7.5mm	14.0mm	0.8	+	+	○	○
		25	2.75	18.0	15.0	6.1	10.2	13.5	24.0	+	+	○	○
		31	4.05	26.0	18.0	5.0	8.3	18.0	0	○	○	○	○
		139	4.48	—	14.0	7.0	14.5	20.0	1.7	+	+	+	○
		142	4.35	—	12.0	6.0	—	—	4.0	+	+	+	○
	12	144	3.99	—	15.0	7.0	16.0	16.0	9.5	+	+	+	○
		145	3.85	—	17.0	8.2	21.0	21.0	24.6	+	+	○	○
		149	3.58	—	17.0	7.0	14.0	14.0	1.0	+	+	○	○
		151	3.30	—	9.0	6.0	16.0	20.7	1.1	+	+	○	○
		152	3.26	—	13.0	5.0	14.0	14.0	1.0	+	+	○	○
Saw	7	46	2.52	14.0	13.0	7.5	—	6.0	—	—	—	—	—
		47	3.10	20.0	21.0	6.2	7.0	9.5	7.0	○	○	○	○
		48	2.96	14.0	14.0	9.0	—	6.0	—	—	—	—	—
		50	3.52	23.0	21.5	7.8	7.0	9.0	2.7	○	○	○	○
		52	3.40	16.0	15.0	7.5	—	8.0	5.4	○	○	+	○
	8	54	3.15	29.0	28.5	11.5	15.0	21.0	2.7	+	○	○	○
		56	3.20	18.0	15.5	4.5	12.0	14.3	0	○	○	○	○
		61	4.00	29.0	22.0	8.7	14.0	18.0	0	○	○	○	○
		62	4.08	21.0	17.5	5.5	12.5	16.5	0	○	○	○	○
		64	4.55	28.0	26.0	9.0	12.5	18.0	0	○	○	○	○
65	4.35	11.0	10.0	4.5	17.0	17.0	0	○	○	○	○		
Sickle	11	123	4.79	—	7.5	4.0	10.0	13.5	0	○	○	○	○
		127	4.32	—	10.5	3.5	10.0	19.0	0	○	○	○	○
		132	4.09	—	11.5	4.0	13.0	17.0	0	○	○	○	○
		133	3.54	—	13.5	5.0	10.2	13.0	0	+	○	○	○
		134	3.61	—	7.0	4.2	10.5	13.5	0	○	○	○	○
		136	3.27	—	15.0	6.0	12.0	17.0	23.5	○	○	○	+

Note : ○ nothing ; + occurred

に示した通りで、藤森⁹⁾らの計測方法とおなじである。Table 3 に示されているように、幹を縦割りにして得られたデータ数が合計27個と少ないことから、いわば事例的に周辺に変色等の生じている枝打跡について、第1回目の枝打跡写真と比較しながら検討することにした。

まず、枝打跡周辺に枝打が原因で発生したとみられる変色が生じているものものについて検討してみる。枝打にともなう幹材の変色の発生原因は、藤森等によれば、幹の打撃による傷、枝付根の枝隆部の切断、幹樹皮の剝離、年輪割れ、入皮に絞られている。鉈についてみると、変色の発生しているものは、10例中9例あり、1例だけ変色が発生していない。そして、この9例には残枝割れと年輪割れの両方が認められ、変色していない1例には年輪割れが認められない。また、枝打後の第1回目の撮影写真および材幹写真から、枝隆はほとんど形成されず、樹皮の剝離も認められない。このことからすれば、9例の変色は、残枝割れを伴った年輪割れがその原因であると考えられる。Photo. 1, 2 は、垂直方向の変色長の最も長かった、枝 No. 145 の枝隆周辺の材幹写真と、第1回目の枝打跡写真である。Photo. 2 に見られるように、残枝には大きな割れが生じ、その割れは樹幹にまで達している。鉈のようにある程度衝撃力を使って枝打を行う刃物では、

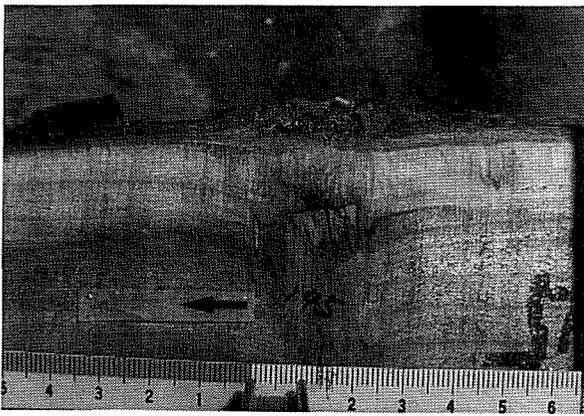


Photo. 1 Discoloration by split of annual rings
Used tool—Hatchet, knot no.145



Photo. 2 The first observation of
branch stub(knot no.145)
after pruning.

このような残枝割れが発生しやすく、既述したように調査枝打数の約70%に発生している。そして、このような割れは単に残枝だけに留まらず樹幹にまで影響し、年輪割れを生じせしめることが多いことが以上の例からもわかる。

つぎに、鋸による場合について見ると、変色の発生しているものは、11個中5個であった。そのうち残枝割れは、乾燥による木口割れのようなひび割れが枝No. 54 にみられるだけで他には見られず、鉈の場合のような年輪割れは全く発生していない。また、樹皮の剝離も生じていない。しかし、鋸による場合、変色の発生しているものは、いずれも枝隆がよく発達していた枝であった。Photo. 3, 4 は、鋸で最大の変色長となった枝 No. 47 の材幹写真と第1回目の枝打跡写真で

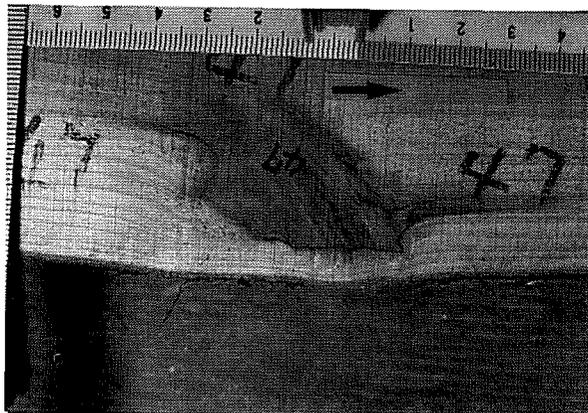


Photo.3 Discoloration by severance of convex base of branch. Used tool—Saw. knot no.47



Photo.4 The first observation of branch stub(knot no.47) after pruning.



Photo.5 The first observation of branch stub severed convex base by pruning. Used tool—Saw. knot no. 50

ある、枝隆の発達した枝であったことが良くわかる。Photo.5は枝No.50の第1回目撮影の枝打跡写真であり、枝隆が切断された跡が明瞭に示されている。その他の変色の生じているものいずれもが枝隆の良く発達した枝であり、その枝隆部で枝打がなされていた。藤森等⁹⁾の調査結果では、枝隆部の切断されたものは100%変色が発生したとしていることからすると、この場合の変色原因も同様であると思われる。

つぎに、鎌の場合についてみると、変色の発生しているものは6個中1個であった。Photo.6, 7にその変色部分の材幹写真と第1回目の枝打跡写真を示す。Photo.7で明らかなように、枝の

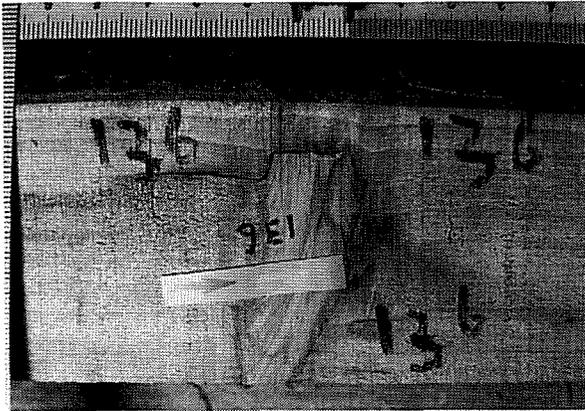


Photo.6 Discoloration by peel off inner bark.
Used tool—Sickle, knot no.136



Photo.7 The first observation of
branch stub(knot no.136)
after pruning.

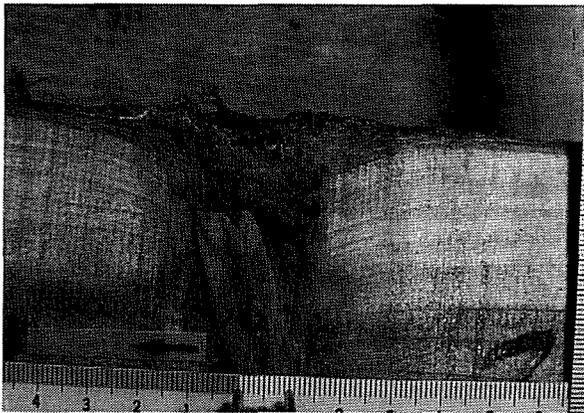


Photo.8 Example of bark pocket.
Used tool—Hatchet, knot no.142



Photo.9 The first observation of
branch stub(knot no.142)
after pruning.

下側に樹皮の剝離が認められる。樹皮剝離が生じた場合、100%変色が発生するという報告が有ることからすると、この枝跡周辺の変色は樹皮剝離が原因であると考えるのが妥当である。

以上、3種類の枝打器具について事例的に検討し、それぞれ、変色発生原因の異なる結果を得たが、それがこれらの器具に特有のものであるとは必ずしも言えないことは明らかである。ただ、鉋の場合、他の2者に較べて年輪割れなどの変色にかかわる樹木の側の受傷率が高くなるように考えられ、いわば衝撃力で枝打を行うことは良質材を生産する上で問題があると言えそうである。もちろん、今回の枝打調査は調査個数も少なく、また、枝打が12月に行われたこと、さらに、枝打対象木としてはやや太くなりすぎ、したがって枝が太いということから、鉋による枝打の場合、より一層残枝割れや年輪割れを生じやすくなったということは考慮しておく必要がある。また、鎌の場合の1例に樹皮剝離がみられ、その場合に明瞭な材の変色がみられたということは、良質材を旨とした枝打機械ということを考えて場合、樹木への登行車輪等の圧着の問題とともに、とくに樹皮の剝離を発生させないような機構の開発が重要な要素となろう。

一方、入皮も良質材生産の上で、できるだけ発生しないようにすべきであるが、もし、枝打方法の違いでその発生率が異なるとしたら問題である。Table 3 にみられるように、今回調査した例では鉋の場合に3例、鋸の場合に1例みられ、鉋による枝打は、他のものより入皮の発生をやや多くするようである。Photo. 8 は正常な巻き込みがなされなかった例で、Photo. 9 は第1回目の枝打跡撮影写真である。入皮の発生原因は不明であるが、Photo. 9 にみられるよう、枝跡下部の樹皮が大きく剝離するといった枝周辺の樹皮の乱れといったことにも原因があるように思われる。

IV お わ り に

今回の巻き込み調査では、鎌の場合が最も早いという結果を得たが、これは一つには、既報でも述べたように、枝打を行った人が特に鎌での枝打に優れた技能を有する人であったことも原因しているように思われる。そして、機械枝打でこのようないわば名人芸的な枝打を行えるかどうかは疑問ではあるが、今回の調査で巻き込みという面からみた枝打機械の在り方について極基礎的な資料がある程度提供できたのではないかと思う。なお、調査にあたっては、当時大学院生であった寺川 仁君、助永隆雄君を始め、林業工学研究室の専攻生の皆様に手伝っていただいたことを記し、あわせてこれらの人々に感謝の意を表したいと思う。

引 用 文 献

- 1) 酒井徹朗・古谷士郎・滝本義彦・藤井禎雄・佐々木功・川那辺三郎：枝打跡の追跡調査(I)。枝打用機械の基礎的研究に関する研究報告書。51-55, 1984
- 2) 古谷士郎・酒井徹朗・滝本義彦・藤井禎雄・佐々木功・川那辺三郎：枝打跡の追跡調査(II)。枝打用機械の基礎的研究に関する研究報告書。56-65, 1984
- 3) 酒井徹朗・古谷士郎・滝本義彦・藤井禎雄・佐々木功・川那辺三郎：枝打用機械の基礎的研究(I)。日林論。95。623-626, 1984
- 4) 高原末基：枝打の基礎と実際。地球出版。1961
- 5) 藤森隆雄・井沢浩一・金沢洋一・清野嘉之：枝打に関する基礎的研究IV。林試研報。328。119-143, 1984
- 6) 藤森隆雄：枝打の技術体系に関する研究。林試研報。273。1-74, 1975
- 7) 藤森隆雄：枝打とその考えかた。わかりやすい林業解説シリーズ57。日林協。1976
- 8) 加納孟：林木の材質。日林協。1973
- 9) 竹内郁雄・蜂屋欣二：枝打跡の巻き込みに関する研究。林試研報。292。161-180, 1977

- 10) 竹内郁雄：スギの枝打ちによる材の変色. 林試研報. 324. 81-89, 1983
- 11) 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
- 12) 富田ひろし：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
- 13) 稲川悟一・磯部俊雄・杉保和夫：枝打用具の違いと枝の切口の巻き込みはやさとの関係. 静大演報. 4. 33-35, 1978

Résumé

We had researched about occlusion of branch stubs after pruning for the purpose of noticing the difference among the sickle, the hatchet, and the saw. In this paper, we discussed changes for encased parts of branch stub from 2 to 4 years after pruning, and results of the knot analysis about five sample trees.

The results were as follows.

- 1) The ratio of occluded branch stub used sickle was high such as 33.9%, and that of hatchet 81.0%, and that of saw 71.4% respectively, at the four years after pruning.
- 2) Judging from the knot analysis, it seemed that the discoloration of stem wood after pruning is caused by the splitting of annual rings, the severance at the convex branch base and peel off inner bark.
- 3) It was observed that the occurrence ratio of bark pocket caused by the pruning used hatchet was slightly high than that of other tools.