

枝打機(自動枝打機)の最適使用方法に関する研究

誌名	愛媛県林業試験場研究報告
ISSN	03892875
著者名	西泉,敏行
発行元	愛媛県林業試験場
巻/号	12号
巻号補足	
掲載ページ	p. 65-75
発行年月	1991年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



枝打機（自動枝打機）の 最適使用方法に関する研究

西 泉 敏 行

I はじめに

良質材生産には、枝打ちは欠かせない作業である。しかし、林業労働力の減少及び高齢化が進行している中で、高度な枝打ち技術を持った作業員を確保することが難しくなっている。最近、これに対処するため機械枝打機が数種類開発され、県内に普及され始めていることから、これらの機械について各種条件に応じた枝打ち試験を行い、林木に及ぼす影響を調査するとともに他の枝打ち器具との比較ができるよう必要な試験を行い、合理的な作業方法の確立をはかることを目的として実施した。

なお、この試験は、国補メニュー課題「枝打機（自動枝打機）の最適使用方法に関する研究」により実施したもので、本県で担当した枝打機「ロボット439」の機械性能と枝打ち性能試験についてとりまとめることにした。報告にさきだち、本試験にあたりご協力戴いた試験地提供の森林所有者及び長浜町森林組合、八幡浜地方局大洲出張所林業課の各位に厚くお礼申し上げます。

II 試験期間

昭和59～昭和62年度

III 試験地及び試験方法

1 試験地

喜多郡長浜町大字穂積

大洲市新谷町神南

上浮穴郡久万町大字上畑野川

喜多郡肱川町大字宇和川

2 試験方法

(1) 実態調査

ア 機械の導入状況及び使用状況

イ アンケート調査

(2) 供試木の選定及び設定

スギ、ヒノキ各7本を自動枝打機で枝打ち、対象はナタまたは鋸、カーツカッターで各2本を枝打ちした。

Tosiyuki NISHIZUMI

- (3) 機械性能試験
 - ア 作業条件調査
 - イ 機械枝打ち作業工程調査
 - ウ 機械枝打ちのトラブル分析調査
 - エ 使用限界（曲り）、幹傷の調査
- (4) 人力による枝打ち工程調査
 - ア 人力枝打ち（ナタまたは鋸）工程調査
 - イ 背負式枝打機（カーツカッター）工程調査
- (5) 経済性の検討
- (6) 枝打ち性能調査
- (7) 枝打ち効果，林木への影響調査（割材調査）
- (8) 自動枝打機による作業上の留意点

Ⅳ 結果と考察

(1) 実態調査

ア 機械の導入状況及び使用状況

動力枝打機が普及導入され始めたのは昭和57年度からで，昭和61年度現在の県内保有台数は自動枝打機144台で前年度より21％増加，背負式枝打機70台で前年度より9％増加した。

表－1 動力枝打機の推移

年度		59	60	61	計
自 動 枝 打 機	ロボット 439	53 台	37 台	12 台	102 台
	セイレイ やまびこ	——	15	8	23
	共 立 ロボット	——	14	5	19
	計	53	66	25	144
背 負 式 枝 打 機	カ ー ツ カ ャ ャ ャ ャ	56	8	6	70

使用状況は10人を対象に昭和57年度から59年度の3か年間の自動枝打機による枝打ち状況を調査した結果は，スギ・ヒノキ林で林齢は13～30年生，初回の枝打ちであり，枝の打ち始めは胸高直径10～16cm，打止めは直径8cm，枝下高5～9mまで打ち上げていた。

イ アンケート調査

アンケート調査は，県内22名の所有者に郵送した，解答者は10名であり45％の解答率であった。表－2のアンケート調査集計表のとおりである。

表-2 アンケート調査集計表

No		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	備 考			
所有面積	針 葉 樹 ha	13	30	6	10	10	28	161	森 林 組 合	29.8	24.7				
	広 葉 樹 ha	2	15	10	5	1	17	117		0.5	0.3				
	計 ha	15	45	16	15	11	35	278		30.3	25.0				
機 種 名		439	439	439	439	439	439	439	439	439	共立				
台 数 台		1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	12 台			
購 入 年 度 年度		57	58	57	57	58	57	58	59	59	60	57 4	58 3	59 4	60 1
枝打機 紹介	森 林 組 合	○	○	○	○	○	○	○			○	8			
	林業機械メーカー								○			1			
	改良指導員											0			
	知 人 友 人											0			
	そ の 他									○		1			
購入資金	自 己 資 金			○		○	○	○				4			
	林業改善資金	○	○		○					○	○	5			
	そ の 他								○			1			
使用ヶ所数	57 年 度	2		2	1		1					6			
	58	1	2		1	1	1	1				7			
	59	1	3	2	1	1		1	4	1		14			
	60										1	1			
1度に平均何mぐらい打つか		3~4	3~6	2~3.5	3~5	3	5~6	6~7	3	2	2	2~7			
残枝長	長 い							○				1			
	丁 度 よ い		○	○	○	○			○	○	○	7			
	短 か す ぎ る											0			
	長 短 色 ヲ である	○					○					2			
切口状態	平 滑	○	○	○	○	○	○		○	○	○	9			
	波 状							○				1			
	節 割 れ が 多 い											0			
傷状況	幹 の 傷 %	10	5	2	5	5	5	5	2	2	2	4.3 %			
	車 輪 傷 %	2	10	10	0	0	5	5	5	0	0	3.7 %			
性能	①高さ12mでよい ②もっと高く	①	②	①	①	①	②	②	①	①	①	①	①	②	③
	①端末直径 8cm ② 5cm	①	①	②	①	①	②	②	①	①	①	7	7	3	
	①切断枝元直径現在のもの でよい ②もう少し太い枝の切断	②	②	②	②	①	②	②	②	①	①	3	3	7	
	①エンジン 2.5PSでよい ②もう少し出力がほしい	①	②	②	②	①	①	①	②	①	①	6	6	4	
操作性	使 い や す い		○	○	○					○	○	5			
	使 い に く い								○			1			
	普 通	○				○	○	○				4			
	能 率 的	○	○	○	○	○	○		○	○	○	9			
能率	変 ら な い							○				1			
	能 率 が 悪 い											0			
優良材適	思 う	○	○		○		○		○		○	6			
	思 わ な い					○		○		○		3			
	普 通			○								1			

(2) 供試木の選定及び設定

供試木の設定場所は、昭和59年度喜多郡長浜町大字穂積、スギ21年生林と大洲市新谷町神南、ヒノキ30年生林を自動枝打機で枝打機で枝打ちをした同林内に対象木として人力枝打ちを行ない、昭和62年度に供試木の伐倒、割材解析を行った。

(3) 機械性能試験

ア 作業条件調査

試験地の林況、地況、供試機械は表－3の作業条件調査表のとおりである。

表－3 作業条件調査表

調 査 地			喜多郡長浜町大字穂積	大洲市新谷町神南
林 況	樹 種		ス ギ	ヒ ノ キ
	林 齢		2 1 年 生	3 0 年 生
	平 均 樹 高		1 3 m	1 3 m
	平 均 胸 高 直 径		1 4 cm	1 4 cm
	H A 当 り	本 数	2,933 本	2,350 本
		蓄 積	3 5 3 m ³	2 6 0 m ³
地 況	傾 斜		25° / 15° ~ 35°	11° / 3° ~ 18°
	面 積		0.15 ha	0.50 ha
作 業 員			1 人	1 人
そ の 他	供試機械			
	ロボット	4 3 9	K R 4 3 9	
	エンジン		ロビン E C 0 5 M	
	最大出力		2.5 P S	
	総排気量		51.7 c c	
	本機重量		2 0 kg	
	上昇方式 (本機)		リモコン式	
	下降方式		手 動 式	
	枝 切 断		チェーンソー方式	
	使用燃料		混合ガソリン (20~25 : 1)	

イ 機械枝打ち作業工程調査

1 サイクル当り作業時間工程調査結果は表－4のとおりで、スギ1本当り自動枝打ち時間は8分57秒～8分17秒、ヒノキ8分05秒～7分52秒で、スギの枝打高8.9～10.9m、1日当り工程40～43本、ヒノキの枝打高8.4～7.9mで1日当り44～46本と能率が低い熟練すれば向上するものと思われる。

表－４ １サイクル当り作業時間等工程調査

年 度		5 9				6 0			
区 分		ロ ボ ッ ト 4 3 9							
		長浜町（スギ）		大洲市（ヒノキ）		長浜町（スギ）		大洲市（ヒノキ）	
		時 間	%	時 間	%	時 間	%	時 間	%
作 業 別 所 要 時 間	移 動	28秒	5.2	25秒	5.2	13秒	2.6	12秒	2.5
	装 着	47	8.7	51	10.5	37	7.4	39	8.3
	枝 打 ち	322	59.9	266	54.9	299	60.2	258	54.7
	下 降	34	6.3	34	7.0	37	7.4	36	7.6
	取 外 し	56	10.4	54	11.1	56	11.3	61	12.9
	そ の 他	51	9.5	55	11.3	55	11.1	66	14.0
	計	537	100	485	100	497	100	472	100
1 日 工 程		40 本		44 本		43 本		46 本	
作 業 人 員		1 人		1 人		1 人		1 人	
平 均 胸 高 径		151 cm		15 cm		17.1 cm		14.5 cm	
平 均 枝 打 高		8.5 m		8.4 m		10.9 m		7.9 m	

ウ 機械打ちのトラブル分析調査

自動枝打機を使用しているうちに発生したトラブルの発生率は、樹種によって異なり、スギに発生がやや少なく（７％）、ヒノキにやや発生が多い（10％）。発生の原因は機械、立木にわかれるが、発生の原因が機械にあたえるものとして、センサーが枝を乗り越えない場合と車輪が残枝長の上を乗り越えない場合もみられたが、これらは枝打機をおろして作業のやり直しをしたところ２回目にはトラブルを解消できた。発生原因が立木にあるものとして、立木の凹凸の場合では幹傷を生じる。枝直径４cm以上の枝、凹凸の立木は最初から作業の対象外とした方がよい。

表－５ 機械枝打ちのトラブル分析

ス ギ

機 種	実作業総時間	トラブル総時間	トラブル回数	トラブル原因			トラブル率
	(1) sec	(2) sec	回	機械	立木	人	(2)/(1)
(59年度) ロボット ４ ３ ９	16,110	1,140	5	4	1		% 7.08
(60年度) ロボット ４ ３ ９	24,830	1,750	13	7	6		7.05

機 種	実作業総時間	トラブル総時間	トラブル回数	トラブル原因			トラブル率
	(1) sec	(2) sec	回	機械	立木	人	(2)/(1) %
(59年度) ロボット 439	13,590	1,420	10	3	7		10.45
(60年度) ロボット 439	23,600	2,580	18	1	17		10.93

エ 使用限界（曲り）、幹傷の調査

枝打機を使用していると、立木に傷をつけることもでてくる。立木に傷をつけた時の原因は幹曲り、幹の不正円、幹の凹凸により生じた幹傷と、車輪が残枝長の上を乗り越えられないとか、センサーが垂れ枝、輪生枝に引掛り枝打機が上昇不能になったときに生じる車輪傷に区別される。この時の発生条件を調べると、幹曲りの事例では樹幹長80cmに対して1.2～2.0cmの矢高であると幹傷を生じている。不正円の事例では短径と長径に20%以上の差がみられるときに幹傷を生じている。幹の凹凸の事例では幹表面より2cm程度突出すると幹傷を生じている。車輪傷は同じ位置を何回も車輪が回転すると発生しやすい。その原因は枝打機の上昇しない点にあるので、枝打機を下降させてやり直すか、垂れ枝、輪生枝がある立木は、枝打機の作業対象から除くしか方法はない。

(2) 人力枝打ち（ナタまたは鋸）工程調査

表－6のとおりであり、地域により木登り器具や枝打ち器具など枝打ち方法がことなり、人力枝打ち作業は地域により特色がある。

表－6 作業工程調査結果

調 査 地	久 万 町	肱 川 町	長 浜 町	大 洲 市
樹 種 ・ 林 齢	ヒノキ・20年生	ヒノキ・17年生	スギ・23年生	ヒノキ・32年生
1本当たり枝打ち時間	7分34秒	10分26秒	12分08秒	11分56秒
枝 打 ち 高	6.4m	6.6m	10.9m	9.0m
1日 当 り 工 程	48本	35本	30本	30本
枝 打 ち 器 具	鉋・鋸	鋸	鉋	鉋・鋸
木 登 り 器 具	木製はしご3m 秋本式木登り機	一高式木登り機	竹製はしご3m 秋本式木登り機	ローキラーダー 6m

イ 背負式枝打機（カーツカッター）工程調査

背負式枝打機（カーツカッター）による枝打ち作業の調査は表－7の2か所で実施した。
長浜町はスギ21年生、枝打高11.4m、1本当たりの枝打ち時間は6分36秒で、1日当りの工

程は55本であった。大洲市新谷町はヒノキ30年生、枝打高8.3m、1本当り枝打ち時間は5分26秒で、1日当りの工程は66本であった。しかし、作業中に鋸くずが目や口等に入るから防御が必要である。

表－7 1サイクル当り作業時間工程調査

区 分		カ ー ツ カ ッ タ ー			
		ス ギ		ヒ ノ キ	
		時 間	%	時 間	%
作 業 別 所 要 時 間	移 動	10 秒	2.5	12 秒	3.7
	装 着	12	3.0	12	3.7
	枝 打 ち	270	68.2	220	67.5
	下 降	51	12.9	38	11.7
	取 外 し	10	2.5	10	3.0
	そ の 他	43	10.9	34	10.4
	計	396	100	326	100
1 日 工 程		55 本		66 本	
作 業 人 員		1 人		1 人	
平 均 胸 高 径		17.4 cm		14.5 cm	
平 均 枝 打 高		11.4 m		8.3 m	

(5) 経済性の検討

自動枝打機及びカーツカッターによる枝打ちの諸経費は表－8のとおりであり、機械枝打ち1本当たりスギ270円、ヒノキ251円、カーツカッターはスギ164、ヒノキ136であった。

人力枝打ちによる諸経費は表－9のとおりであり、1本当り大洲市と長浜町が335円、久万町が210円、肱川町が288円であった。久万町は3回目の枝打ちで他の地域は初回の枝打ちである。

表－8 経済性検討調査

区 分	ロ ボ ッ ト 4 3 9		カ ー ツ カ ッ タ ー	
	ス ギ	ヒ ノ キ	ス ギ	ヒ ノ キ
機 械 購 入 価 格	448,000円	448,000円	66,000円	66,000円
賃 金	8,000円	8,000円	8,000円	8,000円
燃 料 費	1,209円	1,116円	682円	666円
機 械 償 却 費	1,330円	1,330円	196円	196円
修 理 費	1,108円	1,108円	163円	163円
工 程	43本	46本	55本	66本
1 本 当 り 単 価	270円	251円	164円	136円

表-9 1本当り枝打ち経費試算表(昭和61年度)

調 査 地	経 費 の 算 出			1 日 工 程	1 本 当 り 経 費
大 洲 市	人夫賃金 1人1日		10,000円	30	335
	器 具	ロッキーマスター 1日	31		
		枝打ちナタ 1丁1日	8		
	償却費	手 鋸 1丁1日	6		
		計	10,045円		
長 浜 町	人夫賃金 1人1日		10,000円	30	335
	器 具	秋本式木登り器 @7円×5個	35		
		枝打ちナタ 1丁1日	8		
	償却費	手 鋸 1丁1日	6		
		計	10,049円		
久 万 町	人夫賃金 1人1日		10,000円	48	210
	器 具	秋本式木登り器 @7円×4個	28		
		安全ベルト 1日	10		
		枝打ちナタ 1丁1日	8		
	償却費	手 鋸 1丁1日	6		
肱 川 町	人夫賃金 1人1日		10,000円	35	288
	器 具	一高式登降器 1組1日	42		
		安全ベルト 1日	10		
	償却費	手 鋸 1日@6円×3丁	18		
		計	10,070円		

(6) 枝打ち性能調査

枝打ちを終了したスギ・ヒノキ林分から供試木として、機械枝打ち5本、人力とカーツカッター枝打ち各1本を選定し、ノスギを用いて供試木の残枝長と枝径を測定、幹の傷、切り口の良否等について調査した。結果は表-10のとおりであった。

機械枝打ちと人力またはカーツカッター枝打ちしたスギ・ヒノキ立木の平均枝直径には差がみられないが、スギ立木のカーツカッター枝打ちか所は枝径が大きかった。残枝長には差がみられ、機械枝打ちによる残枝長が長いことがわかる。しかし、人力枝打ちに比較してその長さがそろっていること、人力枝打ちの残枝長は短いけれども不揃いであり、カーツカッター枝打ちは残枝長がみられないなどの特徴があった。

次に切り口の良否、傷などを調査して、切り口が良であった数を全数との比率で示し、機械枝打ちと人力枝打ち、カーツカッター枝打ち間で検討してみると、切り口の良の比率は機

機械枝打ちが人力枝打ち、カーツカッター枝打ちに比べて劣っていることがわかった。

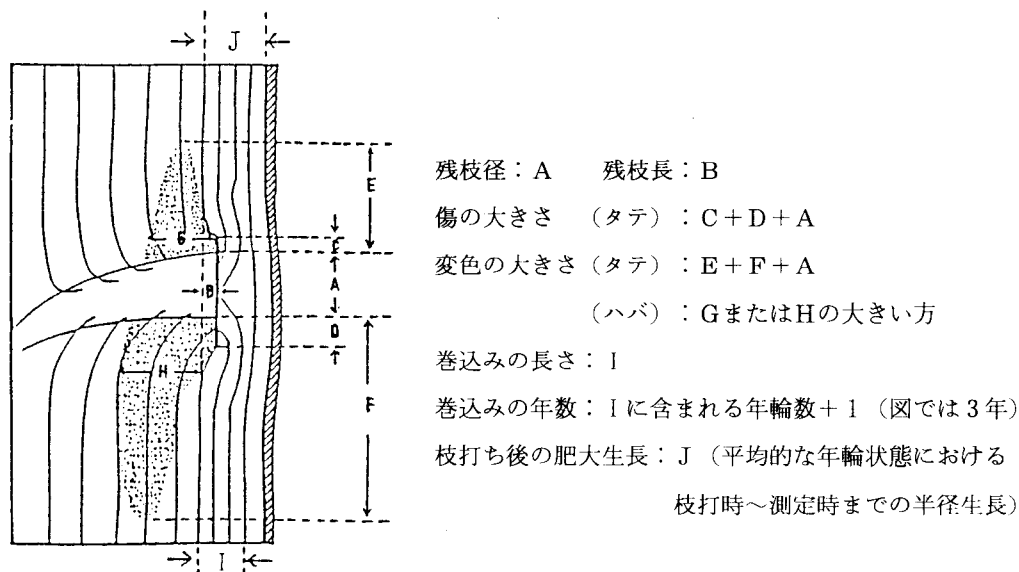
傷の場合は、人力枝打ち（ナタ）スギ立木で多くみられたが、これは作業員の枝打ち技術の未熟さであろう。機械枝打ちに幹傷、車輪により生じた傷が多くみられた。これらを総合してみると、少なくとも外観で判断した範囲では、人力枝打ち特にカーツカッター枝打ちがすぐれていることがわかった。

表-10 枝打ち性能調査結果

樹 種	枝打ち機（器） 具	平均残枝長	平均枝径	平 均 幹 の 傷				切 口 %	
				箇所	%	タテ	ヨコ	良	否
ス ギ	機 械	0.39 ^{cm}	1.60 ^{cm}	1.4	7	5.24 ^{cm}	2.11 ^{cm}	30	70
	人 力（ナタ）	0.03	1.79	4	20	2.40	0	55	45
	カーツカッター	0	2.72	0	0	0	0	100	0
ヒ ノ キ	機 械	0.26	1.82	1.4	7	6.19	3.27	45	55
	人 力（ノコ）	0.11	1.62	0	0	0	0	100	0
	カーツカッター	0	1.66	0	0	0	0	100	0

(7) 枝打ち効果、林木への影響調査（割材調査）

枝打ち後3生長期期間を経過した時点で、供試木を伐倒して、枝打ち止めより下部2mの部分を造林し、これを25～30cmの長さに玉切りしてさらに製材用帯鋸で節を中心のみかん割に切断して図-1、図-2の藤森¹⁾の測定法により調査した。結果は表-11のとおりであった。



（原図：藤森ら）

図-1 節解析における測定法

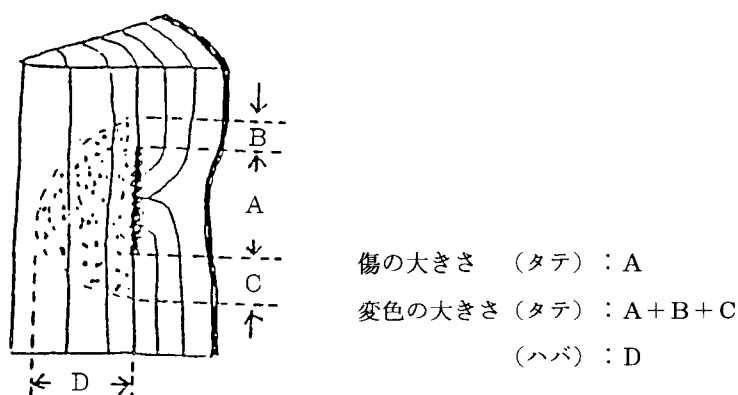


図-2 傷の大きさなどの測定法

巻き込み率について、機械枝打ちと人力枝打ちを比較すると、スギではカーツカッターが高く、機械枝打ち、人力（ナタ）枝打ちの順であった。ヒノキは機械枝打ち、人力（ノコ）はほぼ同じでカーツカッターがやや劣るが、全体的に巻き込みが遅い。これは樹齢（30年生）とも関係があるものと思われる。桑原²⁾によると、平均肥大生長と巻き込み長の関係を分析して、巻き込み長には平均肥大生長が有効に働く「相関比83%」があることが確認されている。肥大生長が大きいと巻き込みも完了しやすい。

枝打ちによる変色数は、スギでは、機械枝打ち6.8個（34%）、人力（ナタ）8個（40%）、カーツカッター15個（75%）、ヒノキでは、機械枝打ち8.6個（43%）、人力（鋸）8個（40%）、カーツカッター10個（50%）であった。切り口や込み率の良かったカーツカッター枝打ちが変色箇所が多い、これは枝隆を切断したためであり、また枝径1.5cm以上の枝打ちは、機械枝打ち、人力（ナタまたは鋸）枝打ち、カーツカッターとも変色の発生が多く見受けられた。

表-11 枝打ち効果、材木への影響調査結果（割材調査）

樹 種	枝打ち機（器）具	平均変色の大きさ				枝 打 ち 巻 込 み 率 %
		箇 所	%	タ テ cm	ヨ コ cm	
ス ギ	機 械	6.8	34	2.68	1.50	27.8
	人 力（ノコ）	8	40	6.62	1.54	19.5
	カー ツ カ ッ タ ー	15	75	4.99	1.81	69.7
ヒ ノ キ	機 械	8.6	43	4.53	2.23	15.4
	人 力（ノコ）	8	40	1.70	1.00	15.2
	カー ツ カ ッ タ ー	10	50	3.55	1.43	13.5

V おわりに

良質材生産の施業には、枝打ち作業は欠かせない作業であるが、林業労務者の高齢化と労働力不足が進行するなか、一層機械化作業の導入の必要性が高くなっている。

今回の試験によりある程度機械性能や、コストについて明らかになったが、その後、機械の改良や性能等も向上しているので、作業仕組の工夫と併せて、短伐期施業、長伐期施業、複層林施業等各々の施業目標に合せた使用方法を考慮すれば、林業の経営改善に寄与できる林業機械と思われる。

引 用 文 献

- 1) 藤森隆郎・伊沢浩一・清野嘉之：枝打ちに関する基礎的研究Ⅳ 林業試験研究報告 328
121 (1983)
- 2) 桑原暁：機械枝打ちの枝打ち工程と性能の検討 373 日林関西支講演集 (1987)