

枝打ち機械の作業工程について (2)

— 2 種類の機械の比較 —

瀧本 義彦・寺川 仁・山本 俊明・
竹内 典之・佐々木 功

On the operational efficiency of a pruning machine (2)

— Compare of two types of machine —

Yoshihiko TAKIMOTO, Hitoshi TERAOKA, Toshiaki YAMAMOTO,
Michiyuki TAKEUCHI and Isao SASAKI

要 旨

本研究は林業機械の中でも最近特に機械化が進んでいる枝打ち機械について、機械の種類による工程の違いについて明らかにすることを目的としている。今回は、上昇速度の増加などの改良が施された枝打ち機械「やまびこ」と、新たに枝打ち機械「439」を用いて、本学和歌山演習林においてスギの枝打ち作業を調査して比較・検討した。枝打ち前の枝下高は約 4 m で、高さ (5 ~ 12 m) まで枝打ちを行った。「やまびこ」は、1 本当たり約 350 秒、「439」は約 496 秒であった。また、「やまびこ」について、1 人で 2 台を操作する作業を試行したところ、作業工程については約 1.5 倍の上昇がみられた。2 種類の機械とも、「機械作業終了待ち」の時間が 30% 以上もあり上昇速度の改良が望まれる。また、調査中に幹けずりや樹皮はがれも発生した。この面での改良も望まれる。

は じ め に

前報⁽¹⁾⁽²⁾では、S 社製の自登式枝打ち機械を用いた機械作業による枝打ちとナタと梯子を使った手作業による枝打ちの作業工程と生理的負担について発表した。今回は、上昇速度の増加などの改良が施された S 社製の枝打ち機械「やまびこ」と、作業手順の異なる T 社の枝打ち機械「439」を用いて、前報と同様に本学和歌山演習林においてスギの枝打ち作業を行ない、その作業工程と生理的負担を調査して比較・検討した。ここではそのうち作業工程について報告し、生理的負担については山本が別掲で報告する。

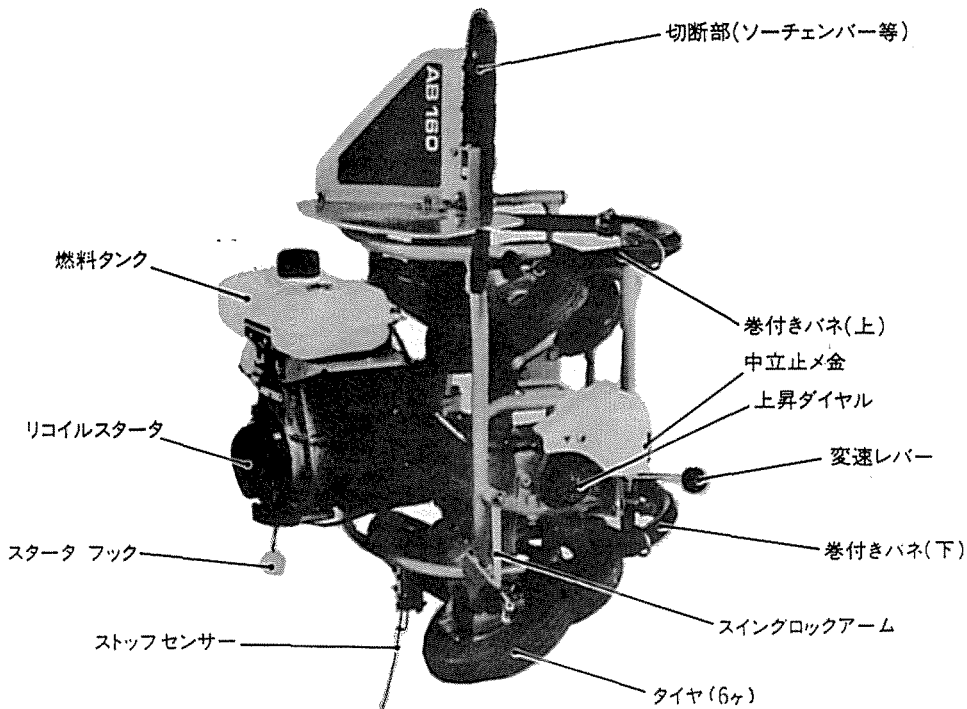
I 調査方法と内容

調査地は和歌山県有田郡清水町に在る京都大学農学部附属和歌山演習林第 3 林班のスギ品種別見本林 (22 年生) 約 1.9 ha で、立木密度 1680 本/ha、平均胸高直径 17.1 cm、枝打ち前枝下高約 4 m、過去に下刈、つる切り、除伐、枝打ち、試験的な間伐などが行なわれている。下層植生はほ

表-1 調査に用いた枝打ち機械の仕様と相違点

機 種	「やまびこ」	「439」
重 量	本体 28.5kgf	本体 21kgf, 補助フレーム 5 kgf
寸 法	本体 590×540×840mm	本体 420×375×760mm
エ ン ジ ン	排気量 51.6cc, 最高出力 2.3ps/6500rpm	排気量 40.2cc, 最高出力 1.65ps/7000rpm
案 内 板 長	285mm	360mm
チェーンスピード	15.0m/秒	8.1m/秒
タンク容量	燃料 1400cc, オイル 300cc	燃料 1000cc, オイル 240cc
駆 動 輪	3 輪 (上 2 輪, 下 1 輪) トレッド付空気入りゴムタイヤ	4 輪 (上 2 輪, 下 2 輪) ワイヤー巻ソリッドゴムタイヤ
遊 動 輪	1 輪のトレッド付空気入りゴムタイヤ+4 輪の硬質ゴムタイヤ	硬質プラスチック製 6 輪キャスター (上 3 輪, 下 3 輪)
取り付け方法	蝶番状に開いた本体と巻付きフレームで樹幹を抱えこみ, 2 本のコイルバネで張り止める。	本体と補助フレームで樹幹をサンドウィッチ状に狭め, 4 本のコイルバネで取り付ける。ストッパーのコマ数を変えることにより張力を調節できる。
操 作 方 法	高さ目盛をセットして, 上昇ギヤにいれて, 作業開始。駆動輪の回転から移動距離を検出し, あらかじめ設定された高さに達すると上昇ギヤから下降ギヤへ切替えられ, エンジンブレーキを使いながら下降。架台にストップセンサーが触れてエンジンが停止する。	作業開始時は手で上昇させ, 上昇停止は無線制御によりエンジンを停止させると引き降ろしロープが降下。このロープを引くと下降用ローラーが樹幹に接し駆動輪が樹幹から離れて垂直に下降する。なお, 引き降ろし後には引き降ろしロープを巻き機械に取り付ける。
速 度	上昇速度 1.8~3.3m/分, 下降速度 3.2~5.0m/分	上昇速度 2.3m/分
適用樹幹径	6~16cm	8~25cm
チェーンソー先端の過負荷防止	先端部にガードを付けるとともに, 切断部が約 3cm 沈下する。	枝分けセンサー (ガイドローラ付)
特 長	○機械設置高から約 4 m の高さまでの幹の曲がりに対しては, 案内板を幹から離して上昇することによって幹削りを防ぐことができる。 ○本体は 1 体式。 ○上昇高さ 16m まで設定できる。 ○自動下降とストップセンサーにより, 上昇開始以後は放置できる。	○案内板長手方向上下に設けたピボットを中心に案内板が 3cm 程度直径方向に移動する。 ○本体と補助フレームの 2 体式。 ○無線式制御により, 上昇高は任意に設定できる。 ○上昇停止と下降は作業者が操作しなければならない。

(注) メーカーの取扱説明書を中心に作成

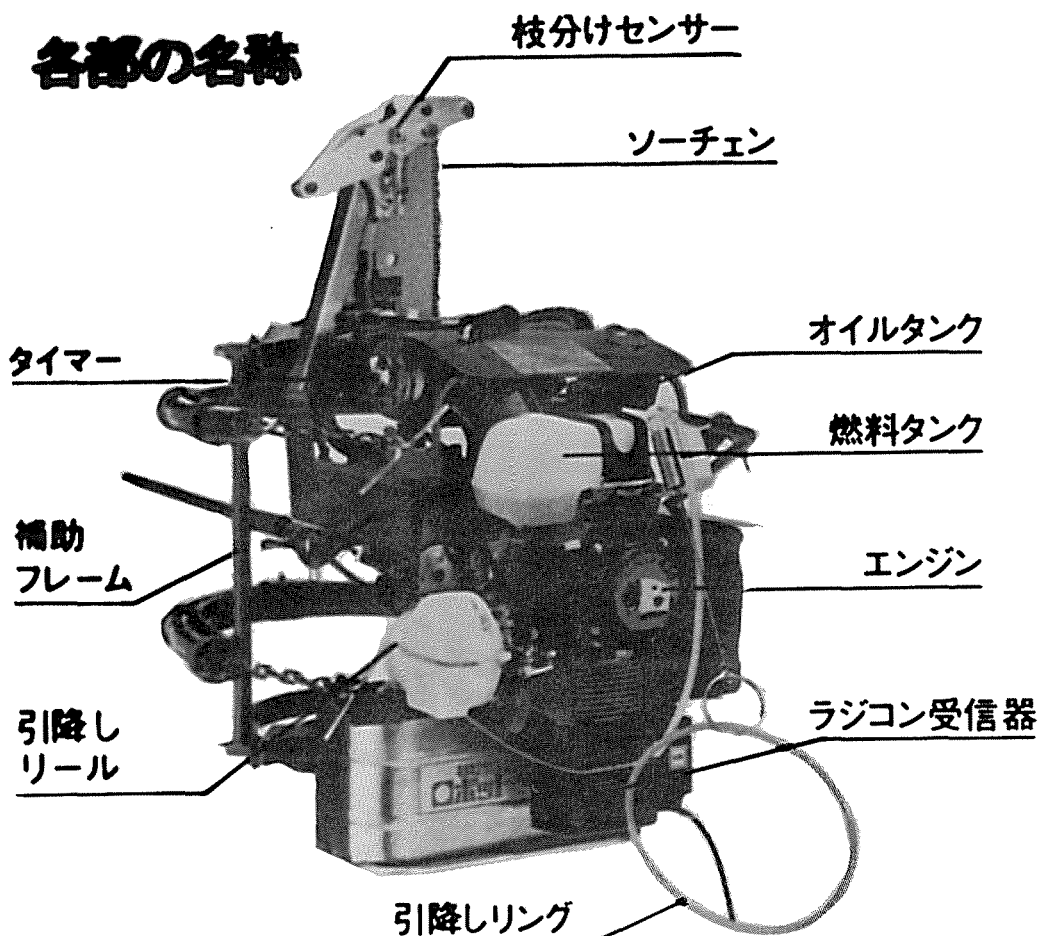


写真—1 「やまびこ」の外観(取扱説明書より)

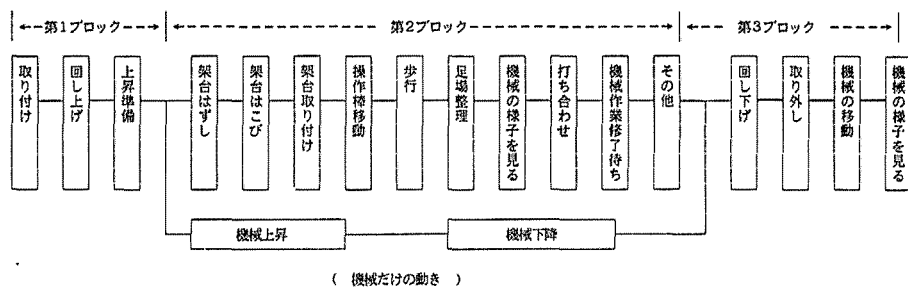
とんど無いが、枝打ち後は落枝のためにやや歩きにくい。標高 730～750 m で平均傾斜は 30.5 度であった。調査は1985年10月29日から4日間、作業者3名、枝打ち機械2種類、「やまびこ」2台と「439」1台の計3台を使って行った。使用した2種類の機械の主な仕様と相違点は表—1、各々の機械の外観は写真—1・2の通りである。「439」は枝打ち機械として我が国で最初に市販された機種である。今回のタイプは枝打ち上昇高をワイヤレスリモコンで任意に決められる物であった。しかし、機械は上昇時のみ動作し、下降は作業者が引き降ろさなければならない。「やまびこ」は、空気入りタイヤを使った駆動輪を持ち、上昇・下降共に機械が動作するが、上昇高はあらかじめセットしなければならない。このように、操作手順の異なった枝打ち機械を使って作業者と機械の動きを時間観測し、枝打ち木の胸高直径と枝打ち後の枝下高を測量した。

II 調査結果と考察

図—1・2は「やまびこ」と「439」を一人で一台操作する時の1サイクルの作業手順を、表—2・3は作業者の要素作業別の所要時間と1サイクル所要時間を表している。図から判るように、第3ブロックがこの2種類の機械の操作上の大きな違いであり、枝打ち終了後「やまびこ」は自動的に下降してくるが、「439」は作業者が引き降ろさなければならない。また、第1ブロックの「回し上げ」と第3ブロックの「回し下げ」は「やまびこ」固有の作業で、「439」の場合は駆動輪を中立にする事が出来ないで含まれない。表—2・3の3人平均の結果から判るように「やまびこ」の1サイクルは350秒で、「439」の場合は496秒であった。2種の機械で作業時間が異なる主な場合について比較してみると「取り付け」では「439」が約25秒多くかかっており、これは「439」の場合本体と補助フレームの二体に分かれるタイプのためと思われる。「架台付

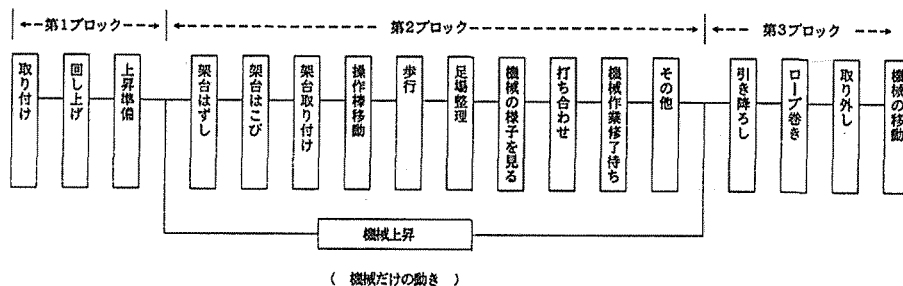


写真－2 「439」の外観（取扱説明書より）



図－1 「やまびこ」を使用した1サイクルの操作手順

け替え」では「439」が約18秒多くかかっており、これは「439」の場合「取り付け」時に必ず架台を必要とするためである。「操作棒移動」の違いについては不明である。「歩行」では「439」が約19秒多くかかっており、これは「439」の場合、上昇停止の時期を作業者が目で確認するため、枝打ち木の先端が見やすい所へ行く必要のためである。「足場整理等」は「やまびこ」の場合約15秒多いが、これは「やまびこ」の場合、一体式のため木から木へ運搬する重量が大きく、



図一 2 「439」を使用した 1 サイクルの操作手順

表一 2 要素作業別作業時間 (やまびこ)

			K	M	Y	3 人平均	3 人平均 (%)
枝打ち木本数 (本)			21	35	46	102	
胸高直径 (cm)			16.6	16.6	14.5	15.7	
胸高直径の範囲 (cm)			13.3~23.3	11~23.6	9.8~24.9	11~24.9	
一本当りの平均所要時間—秒—	第 1 ブロック	取り付け	13.0	10.9	11.5	11.4	
		回し上げ	15.7	13.7	18.7	16.4	
		上昇準備	7.4	12.5	16.7	13.4	
		小 計	36.1	37.1	46.9	41.2	11.8%
	第 2 ブロック	架台はずし	4.8	1.4	0.2	1.5	
		架台はこび	1.7	1.9	0.3	1.1	
		架台取り付け	1.0	0.2	0.4	0.4	
		操作棒移動	11.8	1.7	0.3	3.1	
		歩行	20.1	1.7	1.9	5.6	
		足場整理等	44.2	29.3	7.8	22.7	
		機械の様子を見る	84.3	55.3	30.4	50.0	
		打ち合わせ	0.0	1.4	5.1	2.8	
		機械作業終了待ち	150.3	191.3	162.4	169.9	
		その他	18.3	1.1	2.8	5.4	
		小 計	336.5	285.3	211.6	262.5	75.0%
	第 3 ブロック	回し下げ	12.2	10.1	14.2	12.4	
		取り外し	6.3	6.2	8.8	7.4	
		機械の移動	13.0	10.0	13.7	12.3	
		小 計	31.5	26.3	36.7	32.1	9.2%
	その他	機械トラブル	0.6	10.3	23.5	14.3	4.0%
	合 計		404.7	359.0	318.7	350.1	100.0%

足場を確保するためである。「機械作業終了待ち」は「やまびこ」が約50秒多いが、これは枝打ち終了後機械が下降する時間のためである。「取り外し」は約11秒、「機械の移動」は「439」の方が約10秒多くかかっているが、これは「439」が二体分割式のためである。「機械トラブル」は「やまびこ」が約7秒多いが「439」の場合トラブル発生時にエンジンが停止して、引き降ろしロープが降下して、「やりなおし」になる場合が多いからである。「439」で「やりなおし」が多いが、これは機械の調子とも関連があり、この時間を除外すると「439」の1サイクルは約402

表一 3 要素作業別作業時間 (439)

			K	M	Y	3人平均	3人平均(%)
枝打ち木本数 (本)			47	15	36	98	
胸高直径 (cm)			17.6	20.0	19.2	18.6	
胸高直径の範囲 (cm)			11~24.3	15~23.2	14.5~26.6	9.8~26.6	
一本 当り の 平 均 所 要 時 間 — 秒—	第1ブロック	取り付け	30.5	37.3	43.6	36.3	
		回し上げ	0.5	0.0	0.0	0.3	
		上昇準備	3.4	12.6	15.9	9.4	
		小 計	34.4	49.9	59.5	46.0	9.2%
	第2ブロック	架台はずし	2.3	2.8	1.9	2.2	
		架台はこび	10.3	11.5	10.5	10.6	
		架台取り付け	8.2	10.8	9.4	9.1	
		操作棒移動	15.2	3.5	13.7	12.9	
		歩行	23.3	22.5	27.7	24.8	
		足場整理等	7.7	3.5	8.5	7.3	
		機械の様子を見る	2.1	5.7	3.4	3.1	
		打ち合わせ	2.9	6.1	9.8	5.9	
		機械作業終了待ち	162.6	180.1	178.1	171.0	
		その他	14.9	4.3	2.1	8.5	
		小 計	249.5	250.8	265.1	255.4	51.5%
	第3ブロック	引き降ろし	23.4	30.1	25.5	25.2	
		ロープ巻き	34.8	41.5	41.0	38.1	
		取り外し	12.8	15.9	23.7	17.3	
		機械の移動	17.7	19.4	23.4	20.0	
		小 計	88.7	106.9	113.6	100.6	20.3%
	その他	機械トラブル	9.2	2.0	6.9	7.3	
		やりなおし	80.0	43.7	113.6	86.8	
		小 計	89.2	45.7	120.5	94.1	19.0%
	合 計		461.8	453.3	558.7	496.1	100.0%

秒となり、「やまびこ」との差は少なくなる。

作業者による違いを「やまびこ」について検討してみると、「上昇準備」・「操作棒移動」・「歩行」・「足場整理等」で差が見られる。「439」の場合「上昇準備」・「操作棒移動」に少し違いが見られるが、「やまびこ」ほどはっきりした傾向はない。

Ⅲ 結 論

今回の調査では「やまびこ」と「439」による枝打ち作業の工程はこの2種類の機械が「取り付け」、「回し上げ」、「回し下げ」、「機械下降」、「引き降ろし」、「ロープ巻き」、「取り外し」、「機械の移動」の作業時に操作上の違いがあるにもかかわらず、作業1サイクル当りの所要時間では、「439」の方が約145秒多くかかっており、「やりなおし」を除くと50秒多かった。「やまびこ」は枝打ち上昇終了後、機械が自動的に下降して来る点で優れているが、重量の大きい点で劣って

いる。「439」は枝打ち上昇高を任意に設定出来る点で優れているが、二体式のために「機械の移動」、「取り付け」に手間がかかる点で劣っている。1サイクルに占める「機械作業終了待ち」の時間が「やまびこ」で48%、「439」は34%と大きく、機械の上昇速度の改良が望ましい。今回参考として、1人で2台の「やまびこ」を使った作業を測ったところ、1サイクル約205秒のデータが得られたので、今後一人で複数の機械を使用する作業の手順等について研究を続けたい。

なお、今回の調査に際して、試験用の機械をお貸しいただいた、セイレイ工業株式会社・太平工業株式会社の各位に対し深く感謝の意を表わします。

また、本研究の一部は第97回日本林学会で口頭で発表してある。

引用文献

- 1) 寺川 仁：枝打ちの作業工程と生理的負担，日林論，**96**，663～664，1985
- 2) 竹内典之他：枝打ち機械の作業工程について，京大演報，**57**，230～246，1986
- 3) 寺川 仁：自登式枝打ち機械の作業工程に関する研究，京大農修論，1986

Résumé

In recent years, some kinds of pruning machine (climbing type) have been developed in Japan. We studied the operational efficiency of pruning on Sugi at Kyoto University Forest in Wakayama by using two types of pruning machine (e. i. one type is 「Yamabiko」, another is 「439」). 「Yamabiko」 climbs up and down by itself, but 「439」 does only climb up, then operator must pull down after it has pruned.

Results :

- 1) 「439」 needs about 496sec to prune a tree.
- 2) 「Yamabiko」 needs about 350sec to prune a tree.
- 3) When one man operated two 「Yamabiko」, he pruned a tree in about 205sec.
- 4) Pruning machine made some damage on tree surface, so it needs more improvement.