

枝打ち機械の作業工程について (4)

—複数の機械による枝打ち時の作業工程と作業者の生理負担について—

山本 俊明・瀧本 義彦・竹内 典之

山下 俊二*・石川 知明**

On the operational efficiency of a pruning machine (4)

—Time study and physiological evaluation of pruning
work of using several pruning machines—

Toshiaki YAMAMOTO, Yoshihiko TAKIMOTO, Michiyuki TAKEUCHI

Shunji YAMASHITA* and Tomoaki ISHIKAWA**

要 旨

本報告は、枝打ち作業において同種類の枝打ち機械を1人または2人で複数台使用した場合の作業工程と、作業者に与える生理負担および枝打ち機械により発生した幹の「キズ」について調査したものである。

調査を行った場所は、本学和歌山演習林第7林班スギ人工林である。作業者は、演習林の職員1名、作業員2名計3名について、S社製(YA型)枝打ち機械を使用して、枝打ち機械を1人で2台使用する場合、2人で3台使用する場合の二つのタイプの作業仕組についての作業工程と作業者の作業中の生理負担を推定した。

結果、作業工程については、「1人2台作業」と「2人3台作業」の1本当りの枝打ち時間(秒)を比較すると、「2人3台作業」が「1人2台作業」より65秒多くかかっていた。そして、この差の大部分を占めているのが、「待ち」、「機械の様子」等の余裕時間であった。

作業中の作業者の平均心拍数、1本当りの枝打ち時間、およびエネルギー代謝量は、「1人2台作業」:106.4拍/分~132.3拍/分。平均120.5拍/分、3.6分/本、6.43 kcal/分~11.10 kcal/分。平均8.84 kcal/分、「2人3台作業」:95.9拍/分~120.8拍/分。平均109.3拍/分、4.4分/本、5.50 kcal/分~8.71 kcal/分。平均7.51 kcal/分、「1人1台作業」:84.6拍/分~103.9拍/分。平均93.7拍/分、6.1本/分、4.51 kcal/分~7.30 kcal/分。平均5.61 kcal/分であった。

枝打ち機械作業による「キズ」の発生については、幹曲り、幹の断面形状等の樹木側の欠点が原因で幹の表面にキズをつける場合が多く認められた。また、この他枝打ち機械自体に起因する整備不良による場合もみられた。

* 奈良県庁林務課

** 滋賀県森林センター

はじめに

昭和59年より、本学和歌山演習林を主な調査対象として、林業機械作業の作業工程と作業者の生理負担に関する研究の一環として、枝打ち作業について調査を行ってきた。昭和59年度には、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作業者の生理負担について報告¹⁾し、それ以後は、機構の異なる枝打ち機械について、その作業工程と作業者の生理負担について調査し報告^{2,3,4)}してきた。

今回は、枝打ち機械作業の調査の締括りとして、同種類の枝打ち機械を一人または二人で複数台使用した場合の作業工程と作業者の生理負担について調査、比較、検討し、あわせて、枝打ち作業によって幹に発生したと思われる「キズ」について若干の検討を加えた。

調査方法

調査地は、和歌山県有田郡清水町にある京都大学農学部附属和歌山演習林第7班にあるスギ人工林でその詳細については図-1に示す通りである。



図-1 枝打ち試験地の概要と位置図

調査時期は、昭和62年11月9日から14日までの6日間、作業者は、本学演習林職員1名作業員2名で、枝打ち機械2台を1人で使用する場合、3台を2人で使用する場合の二つのタイプの作業仕組による枝打ち作業について、時間観測を基礎に各要素作業の特徴および作業工程の比較検

討と、各作業者の生理負担について測定した。そしてさらに、枝打ち作業によって幹に発生したと思われる「キズ」について調査を行った。枝打ち機械による「キズ」は将来的に樹木に対する材質の影響が懸念されるもので、その程度（深さ）および大きさ（面積）により分類した。「キズ」の深さが樹皮剝離程度のものを削りキズとし、これを面積によって大・中・小に、「キズ」が幹材にまで達したと思われるものを食い込みキズとしこれも面積によって大・中・小に分けた。そして、枝打ち機械の駆動輪または補助輪によって発生したと思われるものを車輪キズとし目視により分類した。

表－1 作業者の諸データ

作	業	者	Y	K	M
年	齢		47才	48才	41才
身	長		166cm	167cm	162cm
体	重		52kg	60kg	52kg
森林作業の経験			30年	23年	15年
枝打ち作業の経験			18年	12年	15年

各作業者のステップ回数 (X) 心拍数との回帰式および相関係数 (r)

Y: $Y = 63.2 + 2.60X$ ($r = 0.9620$)

K: $Y = 58.4 + 2.92X$ ($r = 0.9874$)

M: $Y = 46.9 + 3.86X$ ($r = 0.9800$)

作業者の作業中の生理負担の推定は、前回同様作業者にハートメモリーをセットし、作業者の作業中の心拍数を踏台昇降運動（ステップテスト）の物理的仕事量に換算してから、平川の推定式⁵⁾によりエネルギー代謝量 (Kcal/分) を推定した。

また、本調査に使用した枝打ち機械は、S社製 Y A型で重量 28.5 kg、全長・540 mm、全幅・590mm、全高・840 mm、一体式で自登式の機械である。

なお、作業者の詳細については、表－1 に示す通りである。

結 果 と 考 察

作業工程の結果は、表－2・3 に示す通りである。今回の調査では同種類の枝打ち機械を1人または2人で複数台使用した作業を対象としたため、1サイクルの捕らえ方が1台を1人で操作する場合と異なっている。まず、2台の枝打ち機械を1人で使用する作業仕組「1人2台作業」の1サイクルは枝打ち作業開始時に作業者が最初に手がけた機械をそのサイクルの主機械と決め、他の1台に関する一連の動作はすべて主機械に対する付随作業として主機械のサイクルタイムに加えるものとした。次に、3台の枝打ち機械を2人で使用する作業仕組「2人3台作業」では、2人の作業者を別々に時間観測し、それぞれの作業者が最初に手がけた機械をそのサイクルの主機械と決め「1人2台作業」と同様の考え方によってサイクルタイムを求めた。したがって、1サイクルはいずれの作業仕組においても主機械が1本の木を枝打ちする時間を表しており、その中には作業者が他の副機械の操作に要した動作時間も含まれている。そのため、作業者のサイクルと枝打ち機械のサイクルとは異なっている。

異なった作業仕組を比較するための尺度となる作業工程は、それぞれの枝打ち機械が、1本の木を枝打ちするのに要した各要素作業の平均所要時間を算出し求めたものである。

表－2・3 より「1人2台作業」および「2人3台作業」の木1本当りの枝打ちに要した時間についてみると、「2人3台作業」が「1人2台作業」より木1本当たり65秒多くかかっている。この主な原因を枝打ち前作業・枝打ち実作業・枝打ち後作業・トラブルと4つに区分しその作業ブロックごとに考えてみると、枝打ち前作業・枝打ち後作業およびトラブルではあまり大きな差は認められなかった。しかし、枝打ち実作業では「2人3台作業」が「1人2台作業」に比べその合計時間において約54秒多くかかっている。特に作業仕組の違いによる差が顕著に認められたのは、枝打ち実作業の各動作の中の「待ち」および「機械の様子」の動作である。「待ち」の動作は、一連の枝打ち作業の余裕時間であると考えられる。また、「機械の様子」は、枝打ち中または枝打ち前後に機械の様子を伺うような動作であり、この動作の大部分を占めた枝打ち作業中

表－2 要素作業別の作業時間の比較（作業者別，2人3台使用）

調査日 作業者	12日 午後 M	12日 午後 Y	13日 午前 K	13日 午前 M	4人平均 枝打ち木 当り	4人平均 サイクル 当り
要素作業	(秒)	(秒)	(秒)	(秒)	秒／本	秒／サイクル
機 械 取 付	9.57	11.96	7.69	9.32	9.58	15.87
回 し 上 げ	7.57	12.19	12.59	9.57	10.47	17.34
始 動	0.00	15.77	0.00	12.11	6.75	11.18
目 盛 セ ッ ト	22.82	4.50	18.03	3.50	12.41	20.55
小 計（1）	39.96	44.42	38.31	34.50	39.20	64.94
架 台 取 外	0.00	0.19	0.00	0.00	0.05	0.07
架 台 運 搬	0.71	2.12	0.00	0.50	0.80	1.33
架 台 取 付	0.00	0.27	0.00	0.00	0.06	0.10
ボ ー ル 歩 行	3.36	10.81	5.41	13.79	8.27	13.70
ボ ー ル 作 業	5.04	20.62	18.34	18.07	15.45	25.60
他 の 歩 行	34.11	27.81	35.17	29.46	31.74	52.58
待 ち	0.00	54.50	8.69	63.46	31.05	51.43
機 械 の 様 子	99.21	6.65	80.21	15.07	51.34	85.06
ナ タ 枝 払	0.00	11.85	0.59	0.14	2.96	4.91
足 場	12.89	15.69	5.83	24.68	14.68	24.31
打 合 せ	1.50	3.54	0.28	2.54	1.92	3.18
見 回 し	0.00	6.77	0.00	5.68	3.02	5.00
小 計（2）	156.82	160.81	154.52	173.39	161.33	267.2
停 止	0.00	4.69	0.28	3.86	2.14	3.55
回 し 下 げ	6.54	9.50	10.41	6.18	8.15	13.51
機 械 取 外	8.07	6.19	4.59	5.86	6.16	10.21
機 械 運 搬	10.18	12.38	15.69	12.21	12.65	20.96
小 計（3）	24.79	32.77	30.97	28.11	29.11	48.22
計（1－3）	221.57	238.00	223.79	236.00	229.64	380.4
休 息	1.29	12.88	0.17	0.00	3.39	5.61
ト ラ ブ ル	4.21	1.96	8.14	1.11	3.93	6.51
そ の 他	18.71	16.38	30.69	14.82	20.32	33.68
小 計（4）	24.21	31.23	39.00	15.93	27.63	45.78
作業者時間（秒）	245.79	269.23	262.79	251.93	257.27	426.2
機械動作時間（秒）	305.54	295.65	307.59	278.57	296.95	
平均打上げ高（m）	817	823	868	834	835.80	
枝 打 ち 本 数	28	26	29	28	計111本	
平均胸高直径（cm）	17.81	17.40	18.01	18.54	17.95	
胸 高 直 径 の 範 囲	13—23	12—24	12—24	13—24	12—24	

表一 3 要素作業別の作業時間の比較（作業者別、1人2台使用）

調査日 作業者	11日 午前 M	11日 午前 Y	11日 午後 K	11日 午後 M	12日 午前 K	5人平均 枝打ち木 当り	5人平均 サイクル 当り
要素作業	(秒)	(秒)	(秒)	(秒)	(秒)	秒／本	秒／サイクル
機 械 取 付	12.31	10.07	11.22	10.33	7.12	10.13	19.44
回 し 上 げ	9.08	12.41	11.03	7.51	12.50	10.44	20.02
始 動	6.96	19.52	8.19	15.31	19.21	13.94	26.74
目 盛 セ ッ ト	13.96	0.00	14.70	0.00	0.00	5.50	10.55
小 計（1）	42.31	42.00	45.14	33.15	38.82	40.01	76.76
架 台 取 外	6.23	0.00	0.00	2.67	0.00	1.61	3.09
架 台 運 搬	4.04	0.93	0.00	3.05	0.00	1.52	2.92
架 台 取 付	7.12	1.03	0.00	2.72	0.00	1.95	3.73
ポ ー ル 歩 行	10.38	2.38	11.24	3.92	9.09	7.38	14.15
ポ ー ル 作 業	12.58	3.97	12.30	2.72	10.97	8.34	16.00
他 の 歩 行	21.62	33.72	25.08	33.59	25.12	28.07	53.86
待 ち	30.96	7.48	38.24	16.08	1.15	18.81	36.08
機 械 の 様 子	8.65	1.10	8.86	2.03	7.62	5.59	10.73
ナ タ 枝 払	1.65	8.28	0.32	2.82	2.65	3.00	5.76
足 場	6.77	7.69	18.14	8.64	2.76	9.10	17.45
打 合 せ	0.12	1.97	0.35	3.79	0.00	1.34	2.57
見 回 し	1.62	19.45	2.30	25.18	50.00	20.44	39.22
小 計（2）	111.73	88.00	116.84	107.21	109.35	107.15	205.5
停 止	3.19	0.00	3.46	0.00	0.35	1.35	2.59
回 し 下 げ	5.12	10.97	8.05	6.97	8.76	7.99	15.34
機 械 取 外	7.85	7.28	6.27	7.77	5.59	6.91	13.26
機 械 運 搬	11.92	10.52	13.05	10.38	10.91	11.36	21.79
小 計（3）	28.08	28.76	30.84	25.13	25.62	27.61	52.98
計（1－3）	182.12	158.76	192.81	165.49	173.79	174.76	335.3
休 息	0.00	0.00	2.78	0.00	0.00	0.62	1.20
ト ラ ブ ル	3.27	4.41	1.14	0.82	15.41	4.92	9.43
そ の 他	22.62	9.41	12.05	10.13	8.65	12.10	23.21
小 計（4）	25.88	13.83	15.97	10.95	24.06	17.64	33.84
作業者時間（秒）	208.00	172.59	208.78	176.44	197.85	192.40	369.1
平均機械時間（秒）	281.08	248.10	293.35	270.90	285.15	292.75	
平均打上げ高（m）	792	782	858	852	843	830.65	
枝 打 ち 本 数	26	29	37	39	34	計165本	
平均胸高直径（cm）	19.33	15.99	17.66	16.24	17.65	16.24	
胸 高 直 径 の 範 囲	14－25	12－23	13－26	11－23	12－24	11－26	

のものは、特に「2人3台作業」においては、「待ち」と区別がつきにくくこの両動作を合わせて考えてよいと思われる。そこで両動作時間を合計してみると、「1人2台作業」では24.4秒、「2人3台作業」では82.4秒となり、「2人3台作業」の方が58秒多くかかっていることになる。すなわち、「2人3台作業」では、「1人2台作業」に比べて枝打ち作業そのものに時間的余裕があり、この部分が作業者の動作として現れたものであると推察する。

そしてこの差は、ほぼ枝打ち1本当たりの平均作業時間の差に等しく、一連の枝打ち作業動作の中の余裕時間の多少が、作業仕組の違いによる作業工程に強く影響したものと考える。

これらのことから、複数の枝打ち機械を1人または2人で使用する場合、効率的な枝打ちを行うためには、作業中の枝打ち機械の位置関係に特に配慮する必要がある。すなわち、地形状況および樹木の配置により枝打ち機械間の距離が遠くはなれ、作業者に余分な動作を強いる場合が見られた。特に「2人3台作業」の場合、作業前に枝打ち順序等に関する計画、打合わせをするなど作業中の作業者間のコミュニケーションを密接にすることが作業工程の向上を計る上からも重要である。

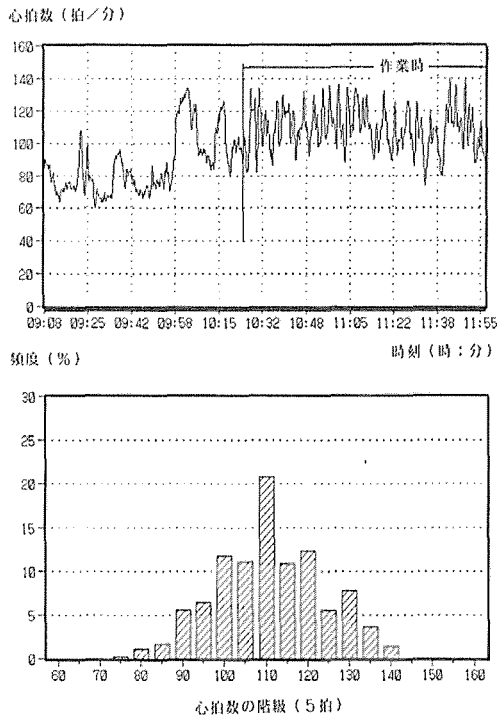
作業者の作業中の生理負担

作業仕組別（1人1台作業、1人2台作業、2人3台作業）、作業者別の1本当たりの枝打ち時間、平均心拍数とその範囲、ステップ回数およびエネルギー代謝量を示したのが表－4である。

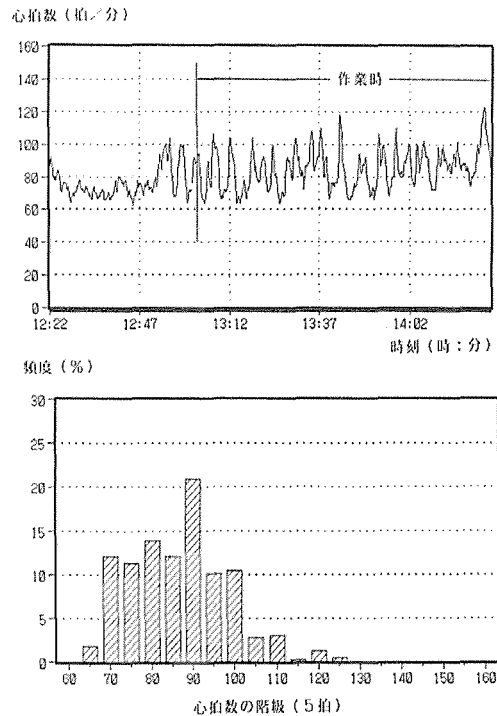
表－4 作組仕組別平均心拍数とエネルギー代謝量

1人2台作業					
作業能率	分/本	K	M	Y	平均
平均心拍数と		3.7	3.5	3.6	3.6
その範囲	拍/分	132.3	106.4	122.9	120.5
ステップ回数	回/分	94.0～180.0	74.0～140.0	94.0～158.0	74.0～180.0
エネルギー代謝量	Kcal/分	25.31	15.41	22.96	21.23
		11.10	6.43	8.98	8.84
2人3台作業					
作業能率	分/本	K	M	Y	平均
平均心拍数と		4.4	4.4	4.5	4.4
その範囲	拍/分	111.5	95.9	120.8	109.3
ステップ回数	回/分	90.0～136.0	68.0～142.0	96.0～148.0	68.0～148.0
エネルギー代謝量	Kcal/分	18.18	12.69	22.15	17.67
		8.31	5.50	8.71	7.51
1人1台作業					
作業能率	分/本	K	M	Y	平均
平均心拍数と		5.9	5.5	6.7	6.1
その範囲	拍/分	103.9	84.6	92.6	93.7
ステップ回数	回/分	88.0～126.0	64.0～122.0	72.0～120.0	64.0～126.0
エネルギー代謝量	Kcal/分	15.58	9.77	11.31	12.22
		7.30	4.51	5.03	5.61

まず、作業仕組別の1本当たりの枝打ち時間についてみる。「1人2台作業」の場合、作業者K、3.7本/分、作業者M、3.5本/分、作業者Y、3.6本/分、3人の平均は、3.6本/分である。つぎに、「2人3台作業」の場合、作業者K、4.4本/分、作業者M、4.4本/分、作業者Y、4.5本/分、平均、4.4本/分、「1人1台作業」の場合、作業者K、5.9本/分、作業者M、5.5本/分、作業者Y、6.7本/分、平均、6.1本/分と作業者個々の値は異なるが、各作業者とも「1人



図一 2 心拍数の推移(上)と頻度(下)のグラフ
(11日午前, 1人2台作業, 26本枝打ち作業
者M, 枝打ち作業時間約90分)



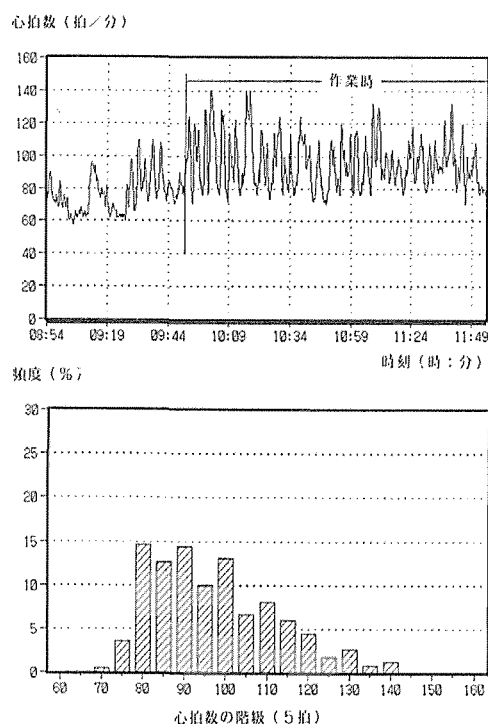
図一 3 心拍数の推移(上)と頻度(下)のグラフ
(13日午前, 2人3台作業, 28本枝打ち
作業M, 枝打ち作業時間約127分)

2台作業」,「2人3台作業」および「1人1台作業」と1本当りの作業時間は長くなっている。

そこで, 作業仕組別に3人の平均値について比較してみると,「1人1台作業」と「2人3台作業」の間では約33%,「1人2台作業」とでは約40%, 枝打ち1本当りの時間が短縮され,「2人3台作業」と「1人2台作業」の間では約12%時間が短縮されたことになる。また, 前回測定した手作業⁹⁾の場合と比較してみると, 手作業にくらべて「1人1台作業」の場合は逆に約38%多く時間がかかったことになり,「2人3台作業」では0%と変わらず,「1人2台作業」では約18%時間が短縮されたことになる。

つぎに, 作業中の平均心拍数についてみると,「1人2台作業」の場合, 作業者K. 132.3拍/分, 作業者M. 106.4拍/分, 作業者Y. 122.9拍/分, 平均. 120.5拍/分,「2人3台作業」, 作業者K. 111.5拍/分, 作業者M. 95.9拍/分, 作業者Y. 120.8拍/分, 平均. 109.3拍/分,「1人1台作業」, 作業者K. 103.9拍/分, 作業者M. 84.6拍/分, 作業者Y. 92.6拍/分, 平均. 93.7拍/分と各作業者とも「1人2台作業」,「2人3台作業」および「1人1台作業」と心拍数は低い値を示している。1本当りの枝打ち時間の場合と同様に, 3人の平均値について比較してみる。「1人1台作業」と「2人3台作業」との間では約17%,「1人2台作業」とでは約29%心拍数が高くなり,「2人3台作業」と「1人2台作業」の間では約10%心拍数が高くなっている。また, 手作業の場合と比較してみると,「1人1台作業」の場合は逆に約6%低い心拍数を示し,「2人3台作業」では約10%,「1人2台作業」では約21%高い心拍数を示している。

図一 2. 3. 4は, 作業者Mの作業仕組別の心拍数の推移とその時に出現した心拍数の頻度(秒)を示したものである。各作業仕組における心拍数の変化は, 今までの調査でもみられたと



図一 4 心拍数の推移(上)と頻度(下)のグラフ
(13日午後, 1人1台作業, 15本枝打ち作業M, 枝打ち作業時間約83分)

K. 7.30 Kcal/分, 作業者M. 4.51 Kcal/分, 作業者Y. 5.03 Kcal/分, 平均. 5.51Kcal/分と心拍数の場合と同様「1人2台作業」, 「2人3台作業」および「1人1台作業」と小さい値を示している。また, 3人の平均値について比較してみると, 「1人1台作業」と「2人3台作業」との間では約40%, 「1人2台作業」とでは約58%エネルギー代謝量は大きくなり, 「2人3台作業」と「1人2台作業」との間では約18%大きくなっている。また, 昭和59年に調査¹⁾した手作業の場合と比較してみると, 「1人1台作業」では約26%小さいエネルギー代謝量を示し, 「2人3台作業」では0.4%, 「1人2台作業」では約17%大きいエネルギー代謝量を示している。

以上のことから, 作業仕組別の1本当りの枝打ち時間, 心拍数およびエネルギー代謝量による作業者の作業中の生理負担は, 作業能率(1本当りの枝打ち時間)の面からみると, 「1人2台作業」, 「2人3台作業」および「1人1台作業」の順に悪くなっている。特に「1人1台作業」の場合, 手作業の場合より悪いといった結果である。しかし, 反面, 心拍数, エネルギー代謝量等の生理面からみると, 逆に「1人1台作業」, 「2人3台作業」, 「1人2台作業」の順にその負担の度合いが大きいという結果であった。では, どの作業仕組が作業者にとってより適切な作業法であるかという, はっきりと断言できない。そこで, 労働量の許容限界をもとに適切な作業仕組について推定してみる。ここでいう労働量の許容限界とは, 気温, 作業時間の長さ, 作業者の体格, 体力, 熟練度により多少の相違はあるが, 一般的にみて疲労なしに毎日持続可能の労働量の限界をいう。山地の著書²⁾によると, 8時間の労働時間の平均値が2,000 calあるいは心拍数110拍/分を許容限界としているといっている。これらのことから今回の作業仕組についてみると, 多少の問題はあるが, 一応「2人3台作業」が適切な作業であると推察する。

おり機械の運搬移動時およびトラブル発生時に高い値を示し, 機械が順調に枝打ちを行っている時は待ちの状態となり低い値を示すといった傾向がみられた。

心拍数の頻度については, 「1人2台作業」では, 100拍/分~120拍/分の間, 「2人3台作業」では, 80拍/分~100拍/分の間, 「1人1台作業」では, 70拍/分~90拍/分の間の心拍数が多く出現している。他の2人の作業者についても同じような傾向がみられた。

作業仕組別のエネルギー代謝量の推定

前回と同じ方法で作業中の心拍数をステップ回数に換算し, しかる後平川⁵⁾のエネルギー代謝量推定式により作業中のエネルギー代謝量を算出した。

「1人2台作業」の場合, 作業者K. 11.10 Kcal/分, 作業者M. 6.43 Kcal/分, 作業者Y. 8.98 Kcal/分, 平均. 8.84 Kcal/分, 「2人3台作業」, 作業者K. 8.31 Kcal/分, 作業者M. 5.50 Kcal/分, 作業者Y. 8.71 Kcal/分, 平均. 7.51 Kcal/分, 「1人1台作業」, 作業者

枝打ち機械によって生ずる「キズ」について

表一5は、枝打ち機械による枝打ち作業によって発生したと思われる「キズ」について表したものである。今回の調査に使用した枝打ち機械は4台で、機械番号1号および2号は適用樹幹径6～16cmのAB-160型、機械番号0号および3号は適用樹幹径7～23cmのAB-230型である。今回の調査では、幹曲りおよび幹の断面形状などが原因で幹の表面にキズをつける場合が多く認められた。発生した「キズ」の中で、「削りキズ」に分類されているような樹木の樹皮を剥離させたぐらいのものは、あまり問題とはならないが、「食込みキズ」に分類されたキズが形成層にまで達したようなものは、将来材内部に変色の発生する可能性が高く、木材の付加価値を上げるために行う枝打ちの結果としては非常に問題となる。そこで発生した「キズ」の中で特に「食込みキズ」(写真一1参照)について注目すると、機械番号3号が他の3台に比べ「食込みキズ」の発生率が高いことがわかる。これは、同一仕様の機械番号0号の「食込みキズ」発生率が低く抑えられていることから考えると、機械仕様の違いによるものでなく機械番号3号の機械自体に

表一5 枝打ち木の「キズ」の集計(機械別)

機械番号		削りキズ			食い込みキズ			車輪キズ
		大	中	小	大	中	小	
0号								
AB230	キズ個数	1	29	128	2	3	5	9
枝打ち木	キズ本数	1	22	59	2	3	3	8
101本	同率(%)	1.0	21.8	58.4	2.0	3.0	3.0	7.9

機械番号		削りキズ			食い込みキズ			車輪キズ
		大	中	小	大	中	小	
1号								
AB160	キズ個数	8	24	56	2	6	8	3
枝打ち木	キズ本数	7	17	37	2	4	6	2
111本	同率(%)	6.3	15.3	33.3	1.5	3.6	5.4	1.8

機械番号		削りキズ			食い込みキズ			車輪キズ
		大	中	小	大	中	小	
2号								
AB160	キズ個数	3	8	21	1	1	3	5
枝打ち木	キズ本数	2	5	17	1	1	3	5
65本	同率(%)	3.1	7.7	26.2	1.5	1.5	4.6	7.7

機械番号		削りキズ			食い込みキズ			車輪キズ
		大	中	小	大	中	小	
3号								
AB230	キズ個数	6	40	88	6	17	4	24
枝打ち木	キズ本数	3	27	42	6	14	5	6
81号	同率(%)	3.7	33.3	51.9	7.4	17.3	6.2	7.4

起因するものではないかと考える。すなわち、枝打ち機械作業によるキズの主な発生原因は、幹曲りおよび断面形状など樹木側の欠点の他に、枝打ち機械自体に起因する整備不良によるものと考えられる。また、今回の調査では、作業仕組の違いによる「キズ」の発生率の差は認められなかった。

ま と め

以上、枝打ち機械作業の作業仕組（1人2台作業、2人3台作業）についての作業工程と、作業仕組（1人2台作業、2人3台作業、1人1台作業）の場合の作業者の1本当りの枝打ち時間、心拍数、エネルギー代謝量による生理負担および枝打ち機械によって生じる「キズ」について述べてきた。

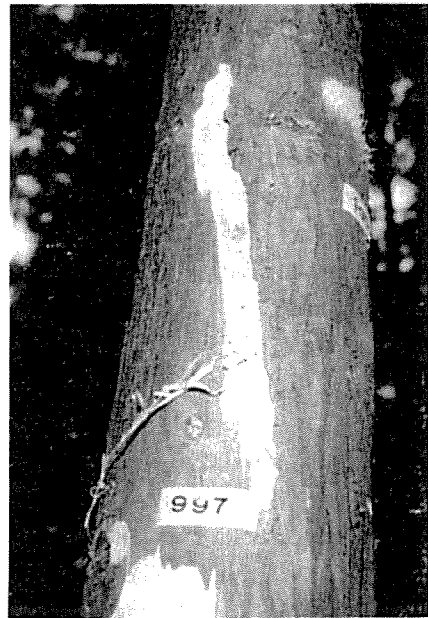
まず、作業工程については、「1人2台作業」と「2人3台作業」の1本当りの枝打ち時間を比較すると、「2人3台作業」が「1人2台作業」より65秒多くかかっており、この差の大部分を占めているのが「待ち」、「機械の様子」等の余裕時間であった。

特に「2人3台作業」の場合、作業を行う前の枝打ち順序等に関する計画、作業中の作業者間のコミュニケーションを密接にすることが、作業工程の向上を計る上からも重要であると考えられる。

次に、作業者の1本当りの枝打ち時間、心拍数およびエネルギー代謝量による生理負担については、「1人2台作業」：1本当りの枝打ち時間、3.5分/本～3.7分/本、平均、3.6分/本、心拍数、106.4拍/分～132.3拍/分、平均、120.5拍/分、エネルギー代謝量6.43 Kcal/分～11.1 Kcal/分、平均、8.84 Kcal/分、「2人3台作業」：4.4分/本～4.5分/本、平均、4.4分/本、95.9拍/分～120.8拍/分、平均、109.3拍/分、5.50 Kcal/分～8.71 Kcal/分、平均、7.51 Kcal/分、「1人1台作業」：5.5分/本～6.7分/本、平均、6.1分/本、84.6拍/分～103.9拍/分、平均、93.7拍/分、4.5 Kcal/分～7.30 Kcal/分、平均、5.61 Kcal/分であり、労働量の許容限界をもとに適切な作業仕組を推定した場合「2人3台作業」であった。

また、枝打ち機械によって発生する「キズ」については、幹曲り、幹の断面形状等の樹木側の欠点が原因で幹の表面にキズをつける場合が多く認められた。この他枝打ち機械自体に起因する整備不良による場合もみられた。

最後に、本調査を行うに当たり協力してくださった本学和歌山演習林職員各位に対し深く感謝の意を表します。なお、本研究の一部は第99回日本林学大会で、発表したものである。



写真—1 枝打ち作業により発生した幹のキズ

引 用 文 献

- 1) 山本俊明他：林業機械作業における作業者の生理負担に関する研究(1). 京大演報. 57. 247—257, 1986
- 2) 滝本義彦他：枝打ち機械の作業工程について(2). 京大演報. 58. 175—181. 1986
- 3) 山本俊明他：林業機械作業における作業者の生理負担に関する研究(2). 京大演報. 58. 182—193, 1986
- 4) 滝本義彦他：打ち機械の作業工程について(3). 京大演報. 59. 196—206, 1987
- 5) 平川和文：踏台昇降運動時エネルギー代謝量の推定. 体力科学. 32. 285—292, 1983
- 6) 山本俊明他：枝打ちの作業工程と生理的負担(4). 日林論. 97. 1986

- 7) 山地啓司：心拍数の科学. 大修館書店. 1981

Résumé

We studied the operational efficiency and physiological load of worker during pruning with two different combinations of man and pruning machine (e.i. one combination is one man and two machines <case : A>, another is two men and three machines <case : B>). 3 workers pruned about 276 stands of SUGI at Kyoto University Forest in Wakayama for three days.

We estimated the physiological load from heart rate by using Heart Rate Memory during work. First, we checked the heart rate of each worker during stepping exercise, and next we calculated the physiological load during work in the Energy metabolism (Kcal/min) using the Hirakawa's equation.

Result :

Physiological load was follows : in the case of <A>, average heart rate is 120.5 beats/min and Energy metabolism is 8.84 Kcal/min. In the case of , average heart rate is 109.3 beats/min and average Energy metabolism is 7.51 Kcal/min.

Operational efficiency was follows : The case of <A> needs 3.6 min. to prune a tree. The case of needs 4.4 min. to prune a tree.

We examined the unexpected wound to the stem by the pruning machine at the same time. This result shows the unexpected wound caused by the curve of stem and the bad adjusted pruning machine.