

完了課題： かかり木処理器具の改良及び伐採方法の検討

様式3

技術開発実施完了報告

四国森林管理局

課 題	かかり木処理器具の改良及び伐採方法の検討				開発期間	平成23年度～平成24年度			
開発箇所	嶺北森林管理署 奥南川山257た・2林班	担当 部署	森林技術セ ンター	共同研究 機 関		技術開発 目 標	2	特定区域 内 外	○
開発目的	軽量で携行しやすいかかり木処理の器具の改良等と、かかり木が発生しにくい伐採方法を検討し、新たなかかり木処理器具の取扱方法マニュアルを作成し、安全性の向上（かかり木に起因する労働災害の撲滅）を図る								
開発方法	1. 既存器具の改良・・・重量を従来の2/3以下 2. 新たなかかり木処理器具の開発 3. かかり木が発生しない作業方法の検討・・・列状間伐 4. 新たなかかり木処理器具の取扱方法マニュアルの作成・・・普及・啓発								
実施経過	平成23年度 1. 試験地の設定 (1) 奥南川山257た林小班 (2) スギ・ヒノキ林齢35年生(初回間伐) 2. かかり木が発生しない作業方法の検討 (1) 試験プロットの設定 ①列状区(50m×50m) ②点状(対照区)(50m×50m) ③スギ・ヒノキ4箇所設置(対照区含め) (2) 作業工程比較試験－ビデオ観測 (3) 成長・形質比較調査 平成24年度 1. 処理器具の改良・開発 (1) 新しい器具の開発・・・木廻し器(ベルト型)、電動ウィンチ、フェリングレバー(鉄・アルミ) (2) 器具の改良、工夫・・・登山器具 2. 試験地の設定 (1) 奥南川山257そ2林小班 (2) スギ・ヒノキ22年生(初回間伐) 3. 処理器具によるかかり木処理工程調査 処理器具4タイプの比較 ①【既製品】フェリングレバー ②【開発】木廻し器(ベルト型) ③【既製品】ストラットプーラー ④【工夫】登山器具								
開発成果等	別添1のとおり								

完了課題： かかり木処理器具の改良及び伐採方法の検討

別添 1

I. 開発目的等

軽量で携行しやすいかかり木処理の器具の改良等と、かかり木が発生しにくい伐採方法を検討することとし、高知県吾川郡いの町の嶺北森林管理署管内国有林において、列状伐採区及び定性間伐区(対照区)を設置し、かかり木の発生頻度及び間伐の伐採工程調査を実施。また、かかり木処理器具の開発・改良を行うとともに、かかり木処理工程時間を観測した。

II. 試験結果

1. かかり木が発生しにくい伐採方法の検討試験

(1) 試験地設定

- ① 試験地は伊留谷山 257 た林小班内
- ② S52 年 3 月(1977 年)スギ・ヒノキ植栽。間伐実施時の林齢 34 年生
- ③ H23 年(2011 年)にスギ・ヒノキにそれぞれに 50m×50m の定性間伐プロット及び列状間伐プロットを設置
- ④ H23 年 11 月間伐(列状・定性)実施
- ⑤ 間伐前のスギの林分状況は、成立本数約 2,200 本/ha であり、平均胸高径約 21 cm、樹高約 19m 程度、 $R_y=0.95$ 程度と、かなり混み合っている状況(表 1)
- ⑥ 間伐前のヒノキの林分状況は、成立本数約 3,000 本/ha であり、平均胸高径約 16 cm、樹高約 16m 程度、 $R_y=1.02$ と、スギ以上に混み合っており下層には全く植生がない状況(表 1)

(2) 試験結果

- ① 間伐の実施の考え
 - (ア) 間伐率は材積率で 25～30%程度
 - (イ) 伐倒方法はチェーンソー伐倒とし、かかり木処理はフェリングレバーのみ使用
- ② 定性間伐における間伐対象木の選定(B、C タイプ)
 - (ア) 平均胸高径以下、平均樹高以下の被圧木を選定
 - (イ) 曲がり木、二又木、重曲木などの不良木を選定
- ③ 列状間伐における間伐対象木の選定
 - (ア) 2 伐 4 残とし、伐採列は全て伐倒(A、B、C タイプ)ー列間は全て残存
- ④ 定性・列状間伐の間伐前後の林分比較
 - (ア) スギ
 - 間伐率(材積)は定性間伐 24%、間伐後 $R_y=0.81$ 。列状間伐は 23%、 $R_y=0.83$ (表 1)
 - B タイプの残存は定性間伐が間伐前(材積)の 94%、列状間伐は 78%(表 2)
 - C タイプの残存木は定性間伐が間伐前(材積)の 0%、列状間伐は 69%(表 2)
 - (イ) ヒノキ
 - 間伐率(材積)は定性間伐 29%、間伐後の $R_y=0.85$ 。列状間伐は 26%、 $R_y=0.92$ (表 1)
 - B タイプの残存は定性間伐が間伐前(材積)の 93%、列状間伐は 75%(表 2)
 - C タイプの残存木は定性間伐が間伐前(材積)の 0%、列状間伐は 71%(表 2)

B タイプ：C、A タイプ以外
C タイプ：劣勢木(被支配木、被圧木)
(A タイプ：優勢木(支配木))

表 1

試験区	間伐前/ha					間伐後/ha						
	本数 (本)	材積 (m ³)	平均 胸高径 (cm)	平均 樹高 (m)	R_y	本数 (本)	間伐率 (本数%)	材積 (m ³)	間伐率 (材積%)	平均 胸高径 (cm)	平均 樹高 (m)	R_y
スギ(定性)	2,228	660	21.3	18.9	0.96	1,252	44	505	24	24.9	19.0	0.81
スギ(列状)	2,188	589	20.2	18.6	0.95	1,608	27	451	23	20.5	17.1	0.83
ヒノキ(定性)	2,916	454	16.5	16.2	1.02	1,524	48	324	29	19.1	16.2	0.85
ヒノキ(列状)	3,080	440	16.0	15.7	1.02	2,228	28	326	26	16.1	15.1	0.92

表 2

項目	間伐前/ha						間伐後/ha					
	本数(本)			材積(m3)			残本数			残材積(m3)		
試験区	本数(本)	Bタイプ	Cタイプ	材積(m3)	Bタイプ	Cタイプ	本数(本)	Bタイプ	Cタイプ	材積(m3)	Bタイプ	Cタイプ
スギ(定性)	2,228	1,360	868	660	538	122	1,252	1,252	0	505	505	0
残存率	100%	61%	39%	100%	82%	18%		92%	0%		94%	0%
スギ(列状)	2,188	1,368	820	589	501	88	1,608	1,040	568	451	390	61
残存率	100%	63%	37%	100%	85%	15%		76%	69%		78%	69%
ヒノキ(定性)	2,916	1,668	1,248	454	349	106	1,524	1,524	0	324	324	0
残存率	100%	57%	43%	100%	77%	23%		91%	0%		93%	0%
ヒノキ(列状)	3,080	1,888	1,192	440	345	95	2,228	1,376	852	326	258	68
残存率	100%	61%	39%	100%	78%	22%		73%	71%		75%	71%

⑤ 定性・列状間伐の伐採工程比較

- (ア) かかり木の発生頻度は、スギ・ヒノキともに定性間伐に比べ列状間伐の方が少なく、スギ定性 28.7%に対しスギ列状 6.5%、ヒノキ定性 53.1%に対しヒノキ列状 11.2%と 1/4 ほどの発生頻度となった(図 1)
- (イ) かかり木処理時間を含む 1 本当たりの伐倒に要した時間は、樹種の違いによる差は見られず、かかり木にならなかった場合 37 秒～43 秒、かかり木の場合は 73 秒～108 秒とかかり木とならなかった場合に比べ約 2 倍以上の処理時間を要した(図 2)。

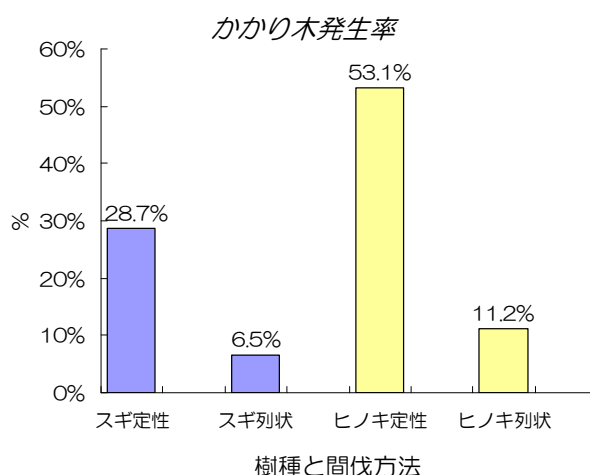
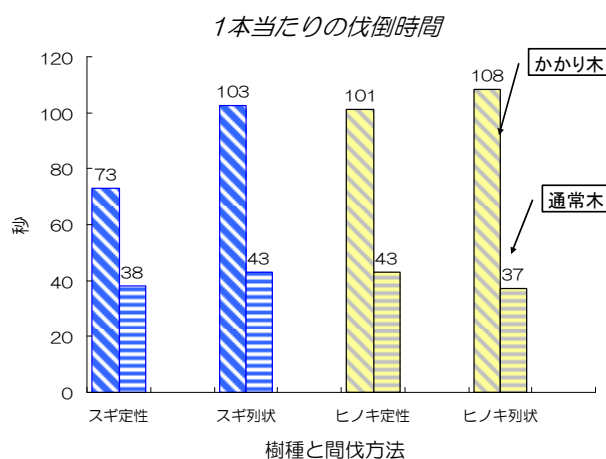


図 1 スギ・ヒノキ間伐別のかかり木発生率

図 2 かかり木と通常木の伐倒時間の比較
(樹種別・間伐方法別)

(3) まとめ

本試験地は間伐の前の林分状況から判断すると、かなり高い密度で植栽されていたと思われ、間伐実施時にはかなり密度が高い状態となっており、かかり木が発生しやすい状況であった。

列状間伐は、かかり木の発生頻度が定性間伐に比べ大幅に少ない。列状間伐は伐倒方向が同方向に対し、定性間伐は、林冠が開いている箇所を狙いながら伐倒することから、林冠の開きが少ないと、残存木の枝に伐倒木が絡みかかり木が発生し易い。かかり木の発生頻度や処理に要する時間を考慮すれば、安全面や作業効率の面から列状間伐の方が、定性間伐に比べ明らかに優位であると思われる。

一方、施業面で見ると列状間伐林分では、間伐実施後も C タイプが多く残存することから、平均胸高径、平均樹高、Ry とともに定性間伐林分に劣る。しかし、C タイプは基本的に被圧木が多いことから、残っている B タイプが成長すれば、自然枯死が進むと思われ、将来の林分状況(B・Cタイプ 構成比)は現在と違ってくと思われる。

2. かかり木処理器具改良・開発

(1) 試験地設定

完了課題： かかり木処理器具の改良及び伐採方法の検討

- ① 試験地は伊留谷山 257 そ2 林小班内
- ② H3 年 3 月(1991 年)スギ・ヒノキ植栽 間伐実施時の林齢 22 年生
- ③ H24 年 11 月に処理器具によるかかり木処理工程調査実施
- ④ 間伐前のスギの林分状況は、成立本数約 2,100 本/ha であり、平均胸高径約 17 cm、樹高約 16m 程度、 $R_y=0.89$
- ⑤ 間伐前のヒノキの林分状況は、成立本数約 2,500 本/ha であり、平均胸高径約 14 cm、樹高約 13m 程度、 $R_y=0.85$

(2) 試験結果

① 処理器具の開発・改良

当初、ラッシングベルトや電動ウィンチ等を使用した処理器具を検討することとしたが、重量が重くなり、簡単に携帯できる処理器具の開発は困難であった。また、仮に軽量な部材(チタン・カーボン等の複合素材)を使用するとコストが高くなり実用的でないことから、既製品の改良や工夫をすることとした(下記(ア)～(カ))。

開発した木廻し器(ベルト)(写真 2)は、市販のオイルフィルター交換工具をヒントにゴム製の V ベルトをカシの柄に取り付けたもので、既製品フェリングレバー(写真 1)より 2 割ほど軽く、製作コストも約半分以上で製作できた。

次に既製品ストラットプーラーは、本体とロープ、滑車などを含めると重量が約 4.5 kg であり、同能力のチルホール(重量約 7 kg、価格約 6 万円)に比べると、軽量(65%)であり、コストでも 20%程度の安価である。しかし、フェリングレバーに比べるとコストが約 2 倍である(写真 3)。

登山用具は重量が約 2.4 kg と軽量であり、携行性に優れるが、人力で直接ロープを牽引する作業となることから、処理能力が低いと思われる。なお、コストはフェリングレバーの約 3 倍である(写真 4)。

電動ウィンチは、重量が本体とバッテリーなどで約 17.7 kg と大変重くなることから、携行は困難と考える。また、コストもフェリングレバーの約 5 倍となった(写真 5)。

開発した鉄・アルミ製フェリングレバーは、それぞれ重量が約 2.2 kg、0.9 kg と軽量に製作でき、コストもフェリングレバーに比べ約 1.5 倍～2 倍程度となった(写真 6)。

なお、開発した、電動ウィンチと、鉄・アルミ製フェリングレバーについては、かかり木の工程調査に使用できるか実証試験を実施したが、電動ウィンチは 5 本程度を牽引するとバッテリーが消耗してしまい使用できなくなった。また、鉄・アルミ製フェリングレバーは先端がすぐに曲がり使用不能となったことから、工程調査器具から除外することとした。

(ア)【既製品】フェリングレバー使用

総重量：1.8 kg

総金額：約 8 千円

使用器具：フェリングレバー 1 本

(イ)【開発】木廻し器(ベルト)

総重量：1.5 kg

総金額：約 3 千円

使用器具：木廻し器 1 本



写真1 既製品のフェリングレバー



写真2 開発した木廻し器(ベルト)

完了課題： かかり木処理器具の改良及び伐採方法の検討

(ウ) 【既製品】ストラットプーラー使用

総重量：4.5 kg

総金額：約 12 千円

使用器具

ストラットプーラー1 本

かかり木用ロープ 12m×1 本

スリング 1.5m×2 本



写真 3 既製品のストラットプーラー

(イ) 【工夫】登山器具

総重量：2.4 kg

総金額：約 24 千円

使用器具

かかり木用ロープ 12m×1 本

ミニトラクション1 個

スリング 1.5m×2 本



写真 4 登山器具

(オ) 【開発】電動ウィンチ

総重量：17.7 kg

総金額：約 42 千円

使用器具

電動ウィンチ 1 台

かかり木用ロープ 12m×1 本

固定用スリング 1.5m×2 本



写真 5 電動ウィンチ

(カ) 【改良】フェリングレバー(鉄・アルミ製)

総重量：鉄 2.2 kg、アルミ 0.9 kg

総金額：鉄 13 千円、アルミ 18 千円

使用器具

鉄製フェリングレバー 1 本

アルミフェリングレバー1 本

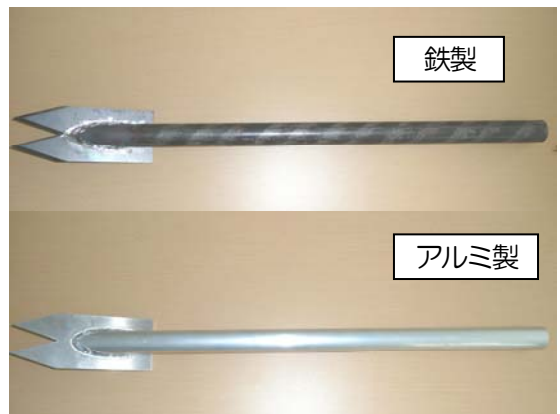


写真 6 改良フェリングレバー(上 鉄製 下 アルミ製)

② 処理器具によるかかり木処理工程調査

開発等した処理器具 4 タイプを使用し、22年生スギ・ヒノキ林で処理工程の時間観測を24年10～11月にかけて実施した。

(ア) 工程調査の実施方法

完了課題： かかり木処理工具の改良及び伐採方法の検討

- 基本的にかかり木処理は1名で実施
- スギ・ヒノキかかり木を20本以上処理
- 使用する処理工具・・・【既製品】フェリングレバー、【開発】木廻し器(ベルト型)、【既製品】ストラットプラー、【工夫】登山器具

(4) 結果

調査林分の違いにより処理工具毎に調査本数が違っており、全体的にはヒノキが多かった。最も処理時間が少なかったのは既製品のフェリングレバー(図6、写真7)、開発した木廻し器(図7、写真8)、既製品のストラットプラー(図8、写真9)、登山器具(図9、写真10)の順となった。

小径木の多い本試験林分では、設置・撤収のいらない既製品フェリングレバーや開発した木廻し器の作業効率が高く、十分処理することができた。設置や撤収の時間に多くの時間を要するストラットプラーや登山器具は作業効率の悪い結果となった。特に人力により直接ロープを牽引する登山用品は、処理能力に限界があり、1日で処理できたのは6本であり、処理できなかったものが4本発生した。

【既製品】フェリングレバー			
樹種	スギ	ヒノキ	合計／平均
処理本数	8	38	46
径級(cm)	14.7	14	14.1
樹高(m)	14.4	12	13
設置時間			
処理時間	0分28秒	0分39秒	0分37秒
撤去時間			
合計	0分28秒	0分39秒	0分37秒

図6 フェリングレバー処理時間結果



写真7 フェリングレバー使用状況

【開発】木廻しベルト			
樹種	スギ	ヒノキ	合計／平均
処理本数	13	30	43
径級(cm)	17.4	14.2	15.1
樹高(m)	15.6	12	13.5
設置時間			
処理時間	1分09秒	0分50秒	0分56秒
撤去時間			
合計	1分09秒	0分50秒	0分56秒

図7 木廻し器処理時間結果



写真8 木廻し器(ベルト)使用状況

【既製品】ストラットプラー			
樹種	スギ	ヒノキ	合計／平均
処理本数	9	36	45
径級(cm)	15.3	14.2	14.4
樹高(m)	14.7	12	13.2
設置時間	1分49秒	1分41秒	1分43秒
処理時間	1分05秒	1分25秒	1分21秒
撤去時間	1分05秒	0分47秒	0分51秒
合計	3分59秒	3分53秒	3分55秒

図8 ストラットプラー処理時間結果



写真9 ストラットプラー使用状況

完了課題： かかり木処理器具の改良及び伐採方法の検討

【工夫】登山器具			
樹種	スギ	ヒノキ	合計／平均
処理本数		6	6
径級(cm)		14.5	14.5
樹高(m)		12.3	12.3
設置時間		1分20秒	1分20秒
処理時間		1分29秒	1分29秒
撤去時間		0分46秒	0分46秒
合計		3分35秒	3分35秒

図 9 登山器具処理時間結果



写真 10 登山器具使用状況

写真は山村起業 HP から

(3) まとめ

処理器具の開発・改良は、当初考えていたラッシングベルトや電動ウィンチでは、重量・コストがかかり、仮に開発しても現地に携行することは重量・コスト・作業工程から考えると大変難しいと思われ、既存のフェリングレバー若しくは開発した木廻し器が最も作業工程・コスト面から有効となった。

Ⅲ 全体のまとめ

かかり木になりにくい伐採方法としては、列状伐採が、かかり木発生が少なく、有効と思われる。ただし、現在、列状伐採は、2 回目以降の間伐に多く採用されているが、今回のような初回間伐で実施した場合、残存木の生育にどのような影響がでるのかハッキリしないこともあり、引き続き成長調査を見ていくこととする。

処理器具の開発・改良については、小径木の多い林分状況では既製品のフェリングレバーや開発した木廻し器が最も作業効率が高く、コストもかからないと思われる。

なお、既製品のストラッププラーについては、小径木林分に対しては不向きであったものの、チルホールに比べ、ワイヤーを使用していないことから、取り回しの性能に優れているなど、作業からの評価は高く、フェリングレバーや木廻し器で処理できないかかり木の処理方法としては有効と考える。

今後も、引き続きかかり木処理器具の開発に取り組んで参りたいと考える。