

実証2

第11章 佐久森林組合

ラジコン式草刈り機





ラジコン式草刈り機 (RJ703 神刈)

- 実施事業体 : 佐久森林組合
 事業名 : 造林省力化実証事業
 先端技術 : ラジコン式草刈り機
 使用機械 : 株式会社アテックス RJ703 神刈 <https://atexnet.co.jp/>
 取扱社 : 株式会社アクティオ <https://www.aktio.co.jp/products/model/s/120223/>
 実施地 : 佐久市協和字細尾沢 3596-178 他 (2165 林班は小班 7, 8)

Ⅱ-1 草刈り機

草刈り機は、株式会社アテックス（愛媛県）の RJ703 神刈で（写真 2-1）、株式会社アクティオがレンタルを行っている。

草刈り機（以下：「RJ703 神刈」）の緒元は表 2-1 となっている。刈幅 700mm（写真 2-2）で、ラジコン（プロポーショナル：送信機コントローラー）による遠隔操作によって稼働する。

表 2-1 RJ703 神刈緒元

型式	RJ703 神刈	
刈幅 (mm)	700	
使用最大傾斜角度 (度)	前後：25 左右：45	
最高速度 (km/h)	3.1	
燃料	無鉛ガソリン	
燃料タンク容量 (L)	11	
寸法	全長 L (mm)	1,515
	全幅 W (mm)	1,110
	全高 H (mm)	785
質量 (kg)	365	

株式会社アクティオ

<https://www.aktio.co.jp/products/model/s/300366/>



写真 2-1 草刈り機 RJ703 神刈



写真 2-2 刈幅 700 mm
デモンストレーション時 (2025. 10. 2)

Ⅱ-2 実証調査

2-1 実証調査概要

調査実施日	：令和7年（2025年）10月2日（木）		
	：ビデオカメラ（ソニー社 Handycam）3台、		
調査機材	：GoPro（カメラ）1台 草刈り機装着		
	：GNSS受信機（DG-PRO1RW）草刈り機装着		
	：ドローン（Dji Phantom 4 Pro）1台		
面積	：0.17ha		
地表状況	：凹凸小、礫なし、傾斜0～30度 平均6.8度（草刈り方向傾斜度）		
植生	：草本優占区（タケニグサ、ススキ）	：実施面積0.07ha	：視界不良
	：ササ優占区（クマイザサ）	：実施面積0.10ha	：視界良好
植栽状況	：カラマツ（1年目：2025年5月上旬150ccポット苗）平均高50cm		
	：植栽間隔4.0m（斜面上下間隔）、1.25m（斜面横間隔）		
草刈り	：植栽木に沿って（間隔4.0m内）、草刈り幅70cm（仕様）		
オペレータ	：男性技能職員（実務経験2年、当該機械使用初回）		
記録時間	：草本優占区（タケニグサ、ススキ）	：10時45分～12時01分（1:16:32）	
	：ササ優占区（クマイザサ）	：13時44分～14時26分（0:29:36）	

2-2 実施地

実施地は、佐久市望月支所から南南西に12.8km、佐久市協和字細尾沢3596-178他（2165林班は小班7、8）に位置し、蓼科高原北部の標高1,139～1,166m、傾斜0～30度、平均10度の緩斜面で、林地面積4.6ha（ドローンオルソ計測）のカラマツ植栽1年目の再造林地である（図2-1）。

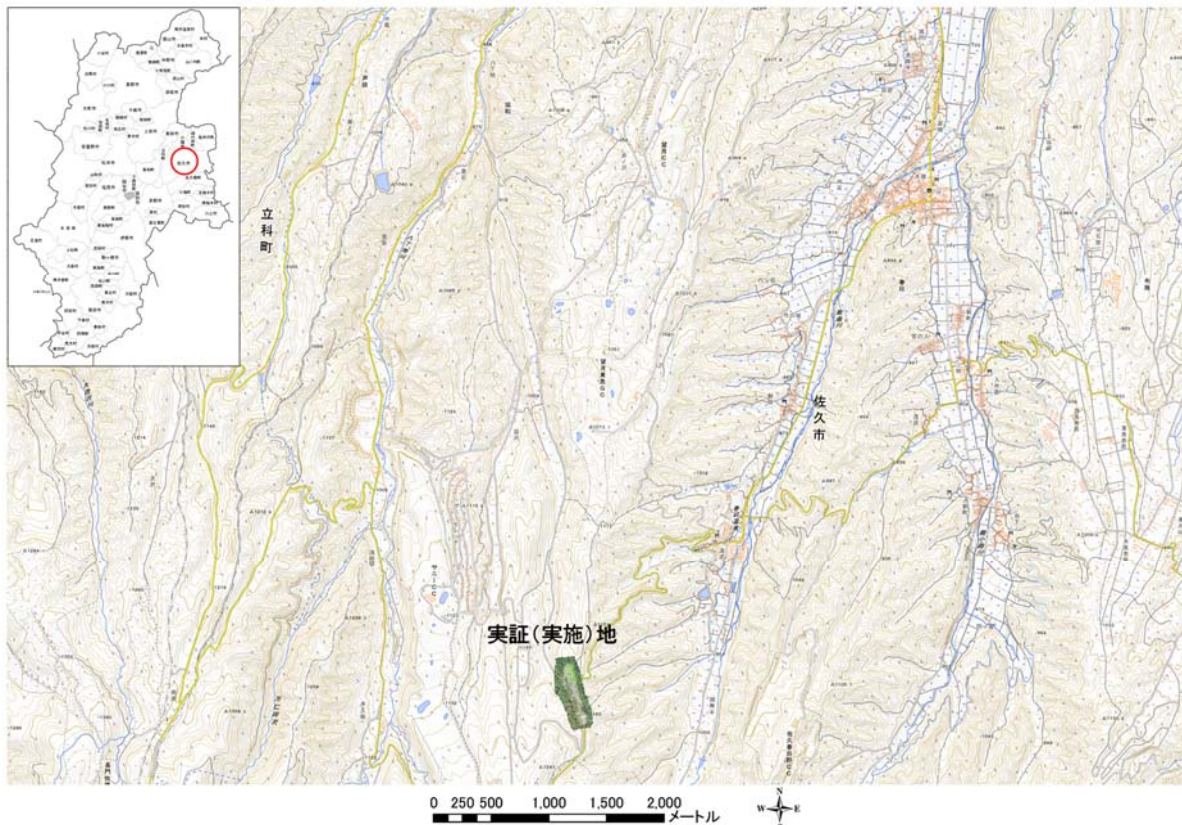


図2-1 実証（実施）位置図（実証地はドローンオルソ画像）



2-3 実証調査方法

(1) 予備調査

① ドローン地形情報取得

予備調査として令和7年(2025年)9月30日に施工前の状況をドローン(Dji phantom4)により空撮を行い、オルソ画像を作成した(図2-2)。

② 植生調査

造林地全域はおおよそ稈高30cmのクマイザサ(以下:「ササ」)優占のササ優占区域とススキ・タケニグサ優占の草本優占区域となっていたため、ドローン空撮と同日に植生の調査を行った。

(2) ビデオ記録と軌跡

調査はビデオカメラ記録法を用いた。ビデオカメラ(ソニー社 Handycam)3台のうち、1台は対象機械に沿って追尾記録し(写真2-3)、2台は三脚に設置して遠隔で記録するとともに、ドローン(Dji phantom4)を用いて上空から施工状況を記録した(写真2-4)。草刈り機械(以下:「RJ703 神刈」)にビデオカメラ(GoPro)1台を装着して記録した(写真2-5)。

RJ703 神刈の移動状況を把握するためGNSS受信機(DG-PRO1RW)を装着して軌跡を記録した(写真2-5)。

さらに、作業終了時にオペレータ及び現場管理者から機械操作の感想、当該草刈り作業の所見等をビデオ記録した。



図2-2 施工前(造林地全域) 2025.9.30 ドローン撮影



写真2-3 ビデオ記録状況



写真2-4 ドローン空撮(Dji phantom4)



写真2-5 ビデオカメラ(GoPro)とGNSS受信機(DG-PRO1RW)

2-4 調査の実施

(1) 調査日

令和7年(2025年)10月2日(木)にRJ703 神刈が現地に搬入され、搬入(午前8時)から2時間デモンストレーション稼働(アクティオ担当者)とオペレータの練習を造林地上部のササ優占区林地で行った(写真2-6)。

その後、草本優占区(タケニグサ、ススキ)の林地で10時45分~12時01分(1:16:32)、ササ優占区の林地で13時44分~14時26分(0:42:15)の実証稼働を行った。



写真2-6 アクティオ担当者によるデモンストレーション稼働(左)とオペレータ事前訓練(右)

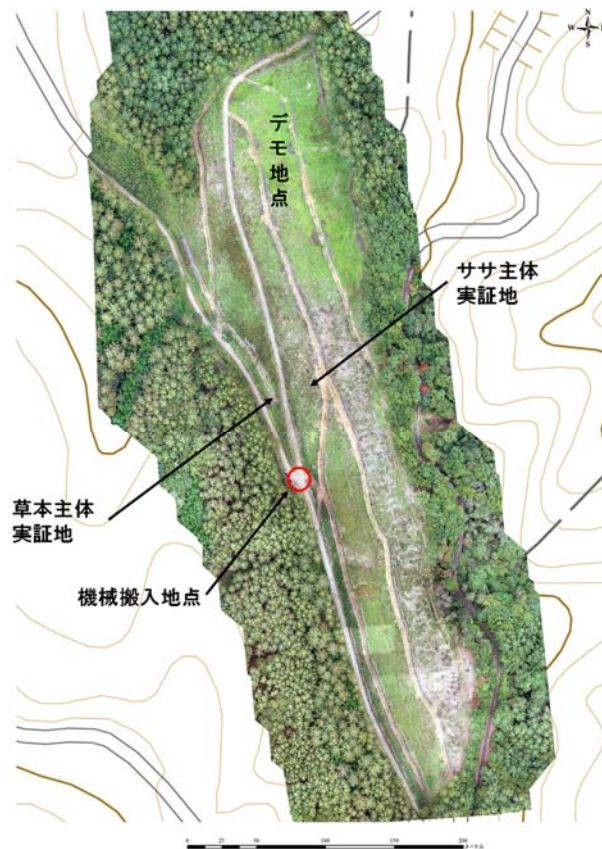


図2-3 RJ703 神刈稼働地点

(2) 調査箇所

調査箇所は車両系システムによるカラマツ林皆伐後のカラマツ再造林1年目(2025年5月上旬150ccポット苗)の林地で、区域全域のうち西端に位置し(図2-3)、傾斜0~30度、平均10度、地表面は凹凸が少なく、石礫がない地表面であった。



2-5 分析

(1) 工程分解

ビデオカメラ記録動画から草刈り工程のうち、作業種（ここでは作業手順や機械の動作）別に1秒単位で分解した。

(2) 作業量

作業量は、予備調査で取得したドローンオルソ画像とGNSS機械軌跡記録から稼働した面積を求めた。

(3) 生産性と費用

工程分解から日当りの作業量（面積：ha）を求め、生産性とした。さらに、日当りのRJ703神刈の作業システムのコスト（費用）試算を行った。

Ⅱ-3 結果

3-1 植生

(1) 植栽カラマツ

植栽カラマツは、令和7年（2025年）5月上旬に150ccコンテナ苗木により植栽され、斜面方向（縦）4.0m、斜面直角方向（横）1.25mの間隔となっている（写真2-7）。

調査時点でのカラマツ樹高は平均50cmに達している。調査区域は草本優占区とササ優占区に大別されるが、現時点でカラマツの成長に差は認められない（写真2-8）。



写真2-7 カラマツ植栽間隔



写真2-8 草本優占区のカラマツ（左）とササ優占区のカラマツ（右）

(2) 草本優占区

草本優占区はタケニグサ（茎高平均2.0m、最大2.4m）とススキ（茎高平均1.8m）が優占し（写真2-9）、ヨウシュヤマゴボウ（茎高平均1.0m：写真2-10）、ワラビ（平均20cm）などが林縁部に生育していた。木本類ではクマイチゴ、モミジイチゴ等が生育しているが、幹高は10cm程度となっていた（表2-2、図2-4）。

表 2-2 草本優占区の植生（草刈り対象種）

区 域	種 (SP)	平均高 (cm)	被度	備考	
タ ケ ニ グ サ 優 占	植栽木	カラマツ	50	2025年5月上旬植 150ccコンテナ苗	
	木本	クマイチゴ	10	3	
		モミジイチゴ	10	2	
		カラマツ (実生)	10	2	
		ナガバモミジイチゴ	10	1	
		ウリハダカエデ	10	1	
		サンショウ	10	1	
		アカマツ (実生)	10	+	
		コナラ	10	+	
		ヤマハギ	5	+	
	草本	タケニグサ	200	5	Max2.4m
		ススキ	180	3	
		ヨウシュヤマゴボウ	100	2	
		ワラビ	20	2	
		ヒメジオン	20	+	
		リンドウ	20	+	
		メマツヨイグサ	20	+	
		ノコンギク	20	+	
		トモエソウ	20	+	
ネギナタコウジュ		20	+		
マムシグサ	20	+			
アザミ SP	20	+			



写真 2-9 草本優占区のタケニグサ（左）とススキ（右）



写真 2-10 草本優占区のヨウシュヤマゴボウ



写真 2-11 ササ優占区の状況

(3) ササ優占区

ササ優占区はクマイザサが広く優占している（稈高平均 30cm：写真 2-11）。その他木本類はクマイチゴ、モミジイチゴ、タラノキ、カラマツ（実生）が幹高 10～30cm で生育していた。草本類はタケニグサ、ススキ、ヨウシュヤマゴボウ、ワラビ、ノコンギクが散在して生育していた（表 2-3、図 2-4）。

表 2-3 ササ優占区の植生（草刈り対象種）

区 域	種 (SP)	平均高 (cm)	被度	備考	
ク マイ ザ サ 優 占	植栽木	カラマツ	50	2025年5月上旬植 150 ccコンテナ苗	
		クマイザサ	30	5	背面に毛(ミヤコササには無)
		クマイチゴ	10	2	
		モミジイチゴ	10	2	
		タラノキ	30	2	
		カラマツ (実生)	10	2	
	木本	ナガバモミジイチゴ	10	1	
		ウリハダカエデ	10	1	
		サンショウ	10	1	
		コナラ	10	+	
		ヤマハギ	5	+	
		イヌツゲ	5	+	
	草本	タケニグサ	150	1	
		ススキ	150	2	
		ヨウシュヤマゴボウ	100	2	
	ワラビ	20	2		
	ノコンギク	20	+		

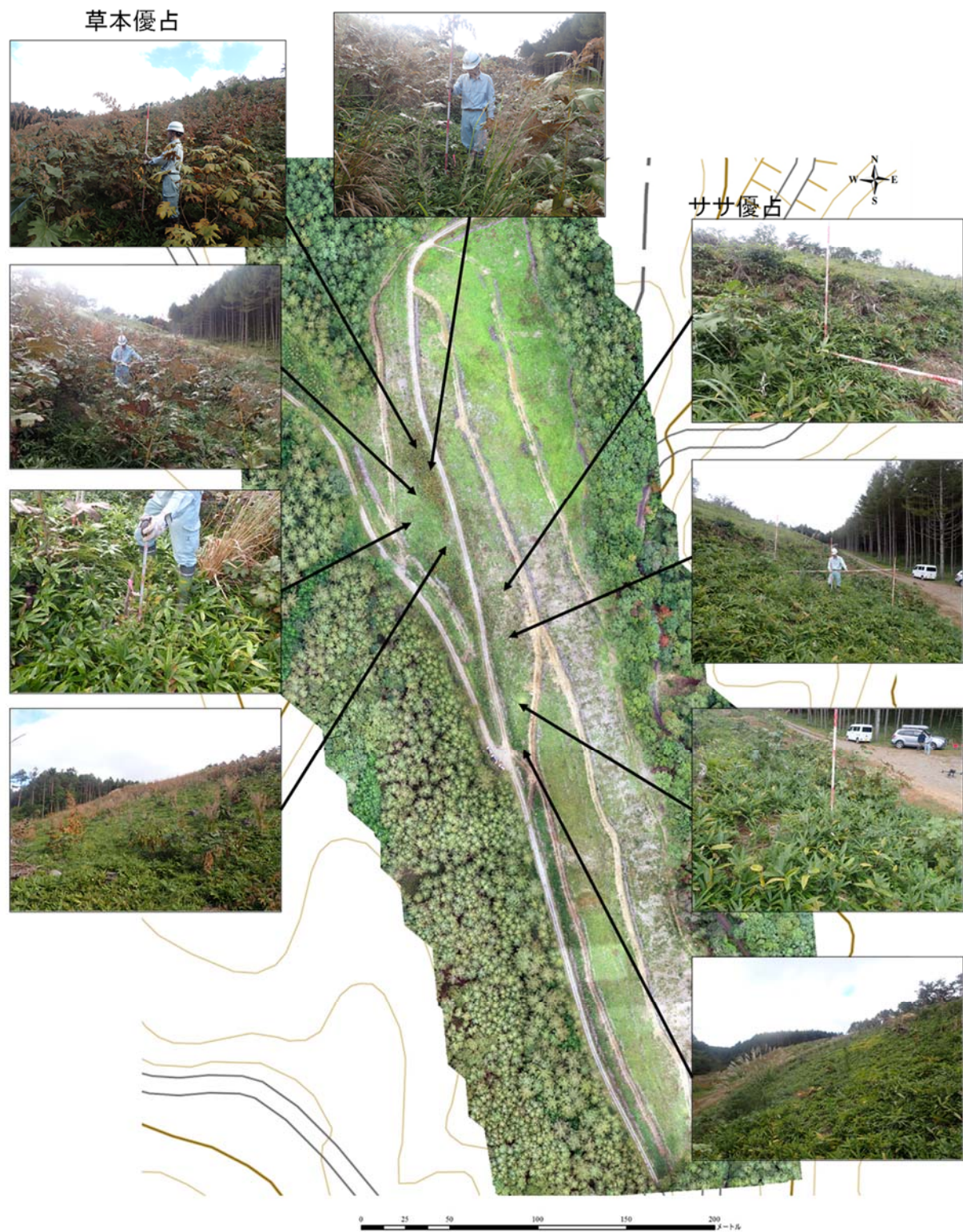


図 2-4 調査区域の植生状況

3-2 実施状況

(1) オペレータ

RJ703 神刈りのオペレータは、RJ703 神刈り操作は初めての佐久森林組合男性技能職員（入社 2 年目）であった（写真 2-12 右）。



(2) 草刈り

RJ703 神刈による草刈りは、カラマツ植栽間隔の 4m 内を植栽木に沿って斜面に対して横方向に前進しながらである。斜面に対して縦移動の草刈り作業は行われなかった(図 2-6、写真 2-12)。刈り幅 70cm であるが、カラマツ植栽間隔の 4m 内の稼働であるため、筋状草刈りまたは全面草刈りに相当し(図 2-5)、坪刈りには該当しない作業であった。

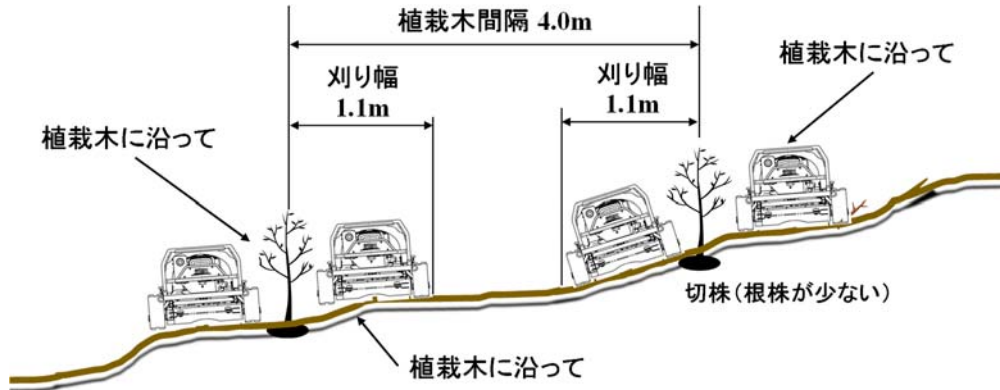


図 2-5 実証草刈りのイメージ

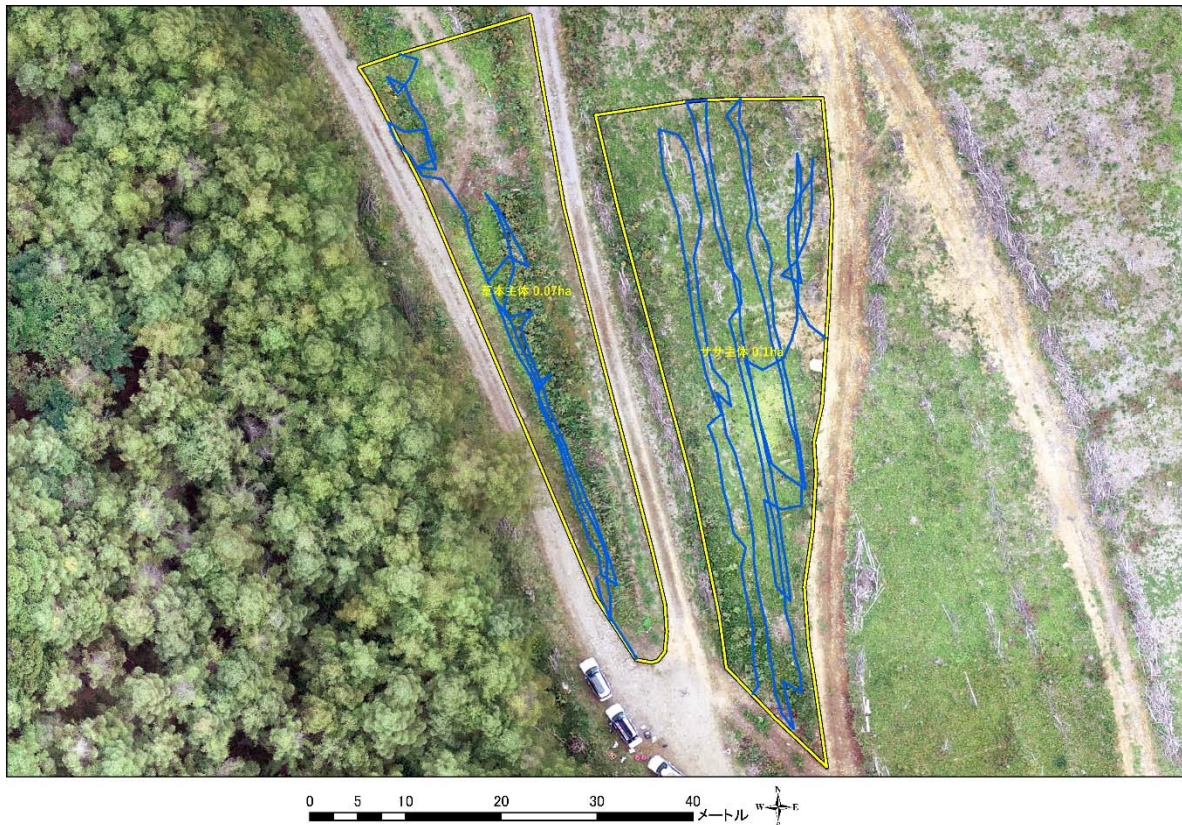


図 2-6 対象区域と RJ703 神刈の稼働(移動)軌跡

RJ703 神刈の草刈り時は、機体前後 5m 程度は刈草等の飛散があり、危険であるためオペレータは RJ703 神刈の進行・後退方向には原則位置しない。また、斜面下部にも位置しない操作が原則とされているが、草本優占区では植栽木の位置が見えにくい状況にあり、頻繁に植栽木を確認する動作が見られ、一時的には機械よりも下方に位置する場面があった(写真 2-13)。

見通しが悪い草本優占区では、切株(高さ 9cm、根本径 10cm)に乗り上げ、プロポ遠隔操作では脱出できない状況が 2 回発生した。脱出には 4~5 名により RJ703 神刈を持ち上げての回

第Ⅱ章 ラジコン式草刈り機

復であった（写真 2-14）。また、直径 5cm 以上の残置された枝等に乗りに上げた場合に走行が停止する場面が認められた（写真 2-15）。

一方、見通しの良好なササ優占区は、オペレータも安全な位置での操作を行っていた（写真 2-16）。



写真 2-12 草本優占区（左）とササ優占区（右）



写真 2-13 機体より下方に位置するオペレータ



写真 2-14 乗り上げた切り株

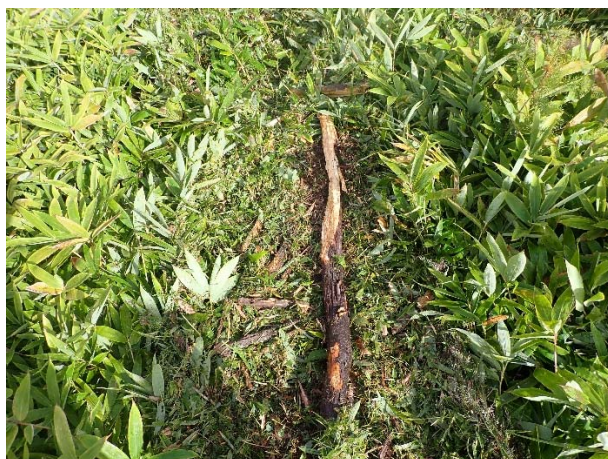


写真 2-15 草刈り機で削られ残った枝



写真 2-16 ササ優占区での安全な操作



3-3 工程結果

(1) 工程の定義

草刈り工程の作業種を表 2-4 と定義した。なお、工程時間は総作業時間（SMH : Scheduled Machine Hour)とした。

表 2-4 草刈り工程の作業種

区分	作業種	作業種細分
大区分	準備等	準備・始動及びエンジン停止
	移動	前進・後退・方向転換及び斜面移動（スライド）
	草刈り作業	草刈実時間
	静止等	静機械静止・作業確認・トラブル対応
	休憩	機械を停止しての休憩
詳細区分	斜面移動（スライド）	機械の想定以外の斜面スリップ
	トラブル対応	切株に乗り上げ自走脱出不可の対応

(2) 工程分解時間

① 総工程（時間：1:46:08）

草本優占区では 10 時 45 分～12 時 01 分（1:16:32）、ササ優占区では 13 時 44 分～14 時 26 分（0:29:36）、記録時間は 1 時間 46 分 08 秒であった。

作業工程大区分による内訳は、準備等 6.2%、移動 37.7%、草刈作業 46.5%、静止等 7.5%、休憩 2.2%であった（図 2-7）。

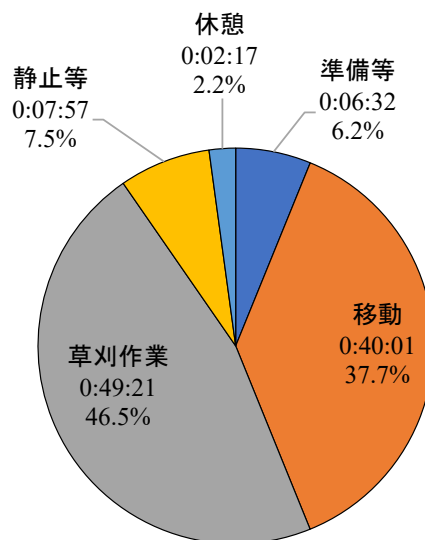


図 2-7 総作業工程大区分の時間割合

小数第二位四捨五入の関係で割合表記は 100%にならない

作業工程詳細区分では、移動等の細分として前進 9.7%、後退 7.2%、方向転換 20.7%、斜面移動（スライド） 0.1%で、移動・草刈を含めた RJ703 神刈の稼働時間は全体の 84.2%であった（図 2-8）。

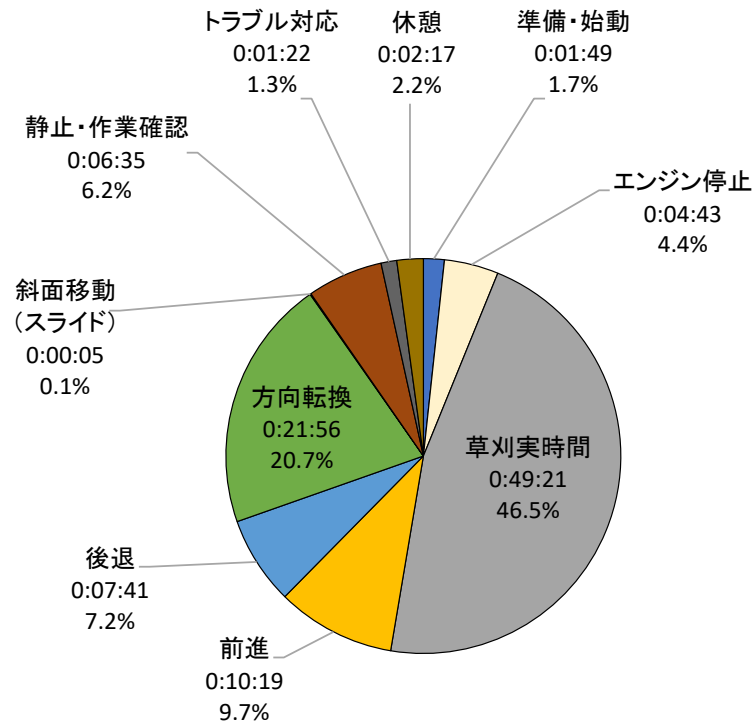


図 2-8 総作業工程詳細区分の時間割合

② 草本優占区（時間：1:16:32）

草本優占区の 1 時間 16 分 32 秒の作業工程大区分による内訳は、準備等 8.3%、移動 34.1%、草刈作業 46.6%、静止等 8.1%、休憩 3.0%であった（図 2-9）。

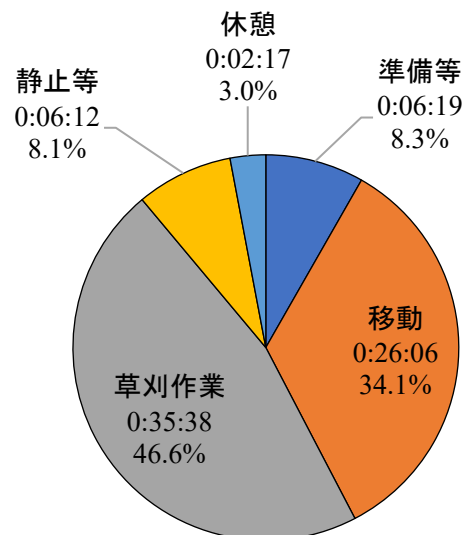


図 2-9 草本優占区の作業工程大区分時間割合

小数第二位四捨五入の関係で割合表記は 100%にならない

第Ⅱ章 ラジコン式草刈り機



作業工程詳細区分では、移動等の細分として前進 9.4%、後退 6.6%、方向転換 18.0%、斜面移動（スライド） 0.1%で、移動・草刈を含めた RJ703 神刈の稼働時間は全体の 80.7%であった（図 2-10）。

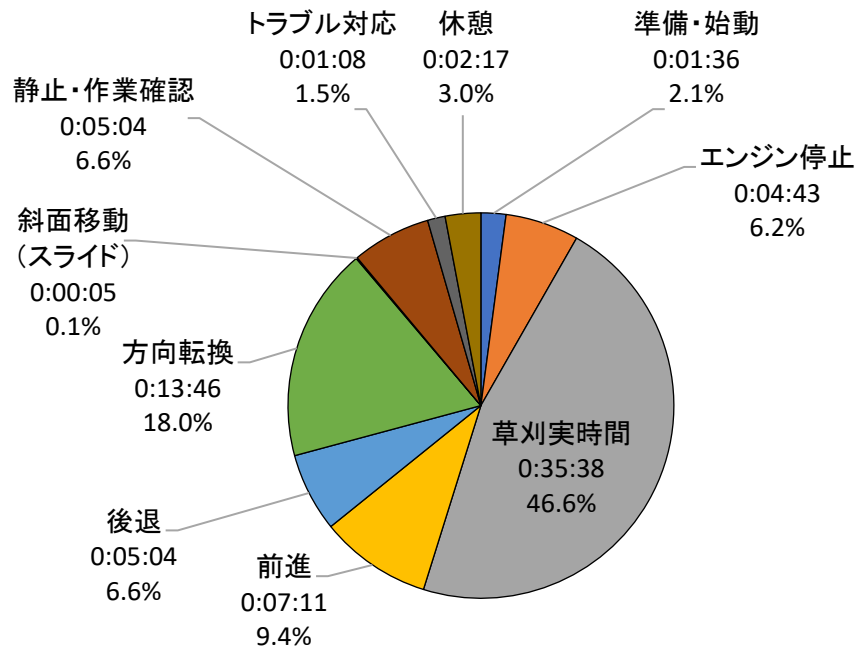


図 2-10 草本優占区の作業工程詳細区分時間割合
小数第二位四捨五入の関係で割合表記は 100%にならない

③ ササ優占区（時間：0:29:36）

ササ優占区の 29 分 36 秒の作業工程大区分による内訳は、準備等 0.7%、移動 47.0%、草刈作業 46.3%、静止等 5.9%であった（図 2-11）。

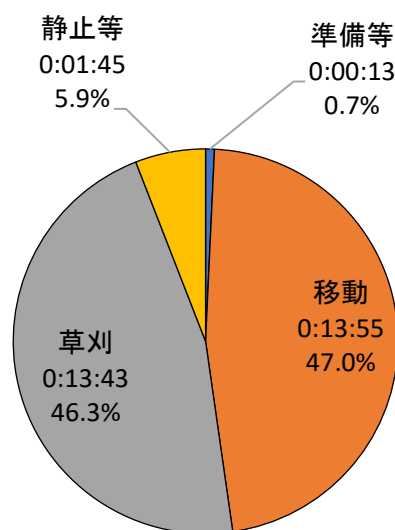


図 2-11 ササ優占区の作業工程大区分時間割合
小数第二位四捨五入の関係で割合表記は 100%にならない

作業工程詳細区分では、移動等の細分として前進 10.6%、後退 8.8%、方向転換 27.6%で、移動・草刈を含めた RJ703 神刈の稼働時間は全体の 93.3%であった（図 2-12）。

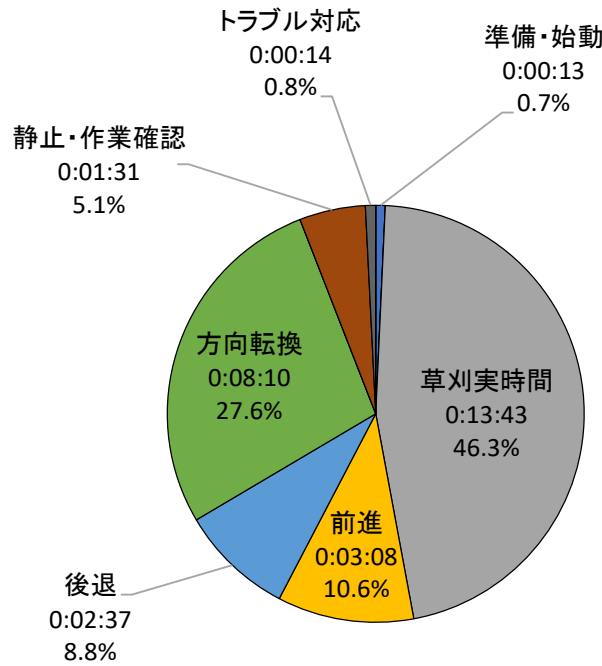


図 2-12 ササ優先区の作業工程詳細区分の時間割合
 小数第二位四捨五入の関係で割合表記は 100%にならない

(3) 植生の違いによる工程差

① 作業工程大区分

草本優占区とササ優占区の作業工程大区分による時間は図 2-13 であった。作業工程割合は Spearman 順位相関^{※2-1} 係数 (rs=0.800)、両側検定 p=0.1.10 となり、有意水準 5%の相関関係は認められなかった。

※2-1 Spearman 順位相関：2つの変数の順位に基づいて、その単調な関係性の強さと方向を示す統計量で、正規分布を仮定しないノンパラメトリックのため、データが正規分布しない場合や外れ値の影響を受けにくい場合に有効。

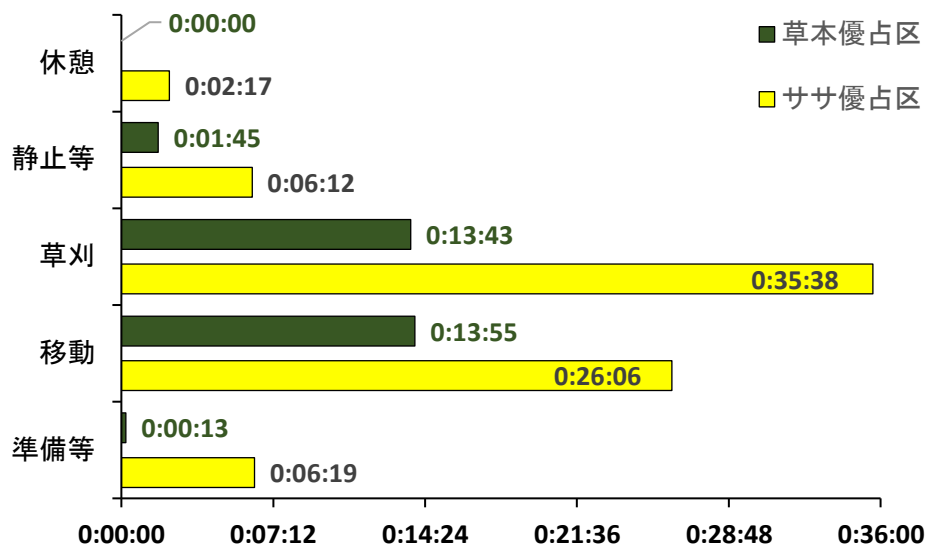


図 2-13 草本優占区とササ優占区との作業時間比較

第Ⅱ章 ラジコン式草刈り機



散布図を作成すると図 2-14 となった。草刈実時間割合は草本優占区とササ優占区ともほぼ同じであるが、前進・後退・方向転換及び斜面移動（スライド）といった機械移動がササ優占区の作業割合が高い。

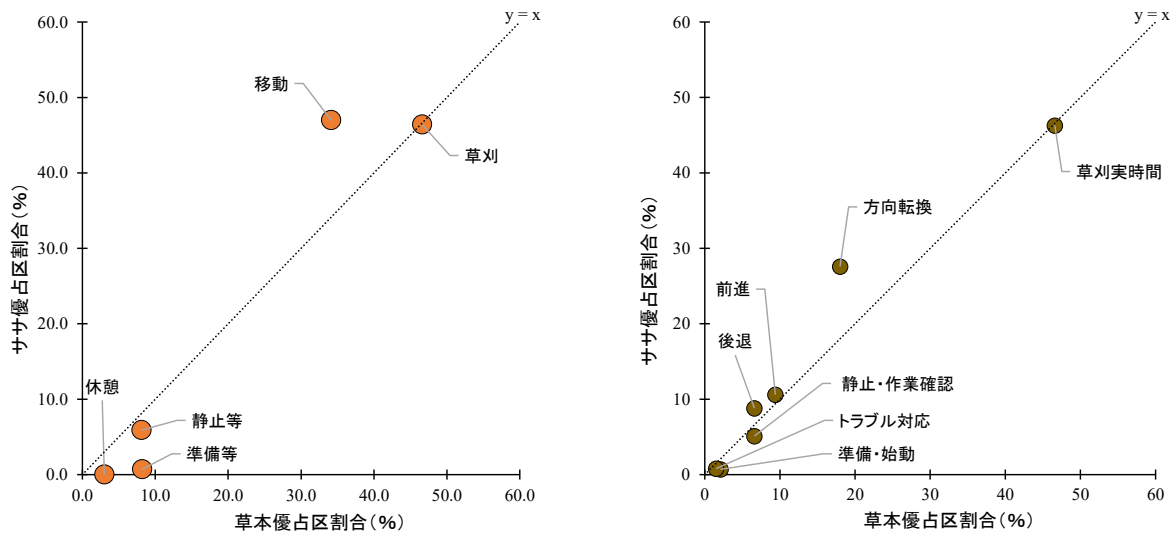


図 2-14 草本優占区とササ優占区との作業工程割合（左）と工程詳細区分の比較（右）

② 作業工程詳細区分

作業工程詳細別の割合で示すと図 2-15 となった。作業工程詳細区分の割合は Spearman 順位相関係数 ($r_s = 0.852$)、両側検定 $p=0.011$ となり、有意水準 5%の相関関係が認められた。原点 (0, 0) 直線回帰式を作成すると図 2-14 (右) となった。

草刈実時間割合は草本優占区とササ優占区ともほぼ同じで、大区分の移動のうち前進・後退の機器移動は同じであったが、方向転換がササ優占区の作業割合が高い。

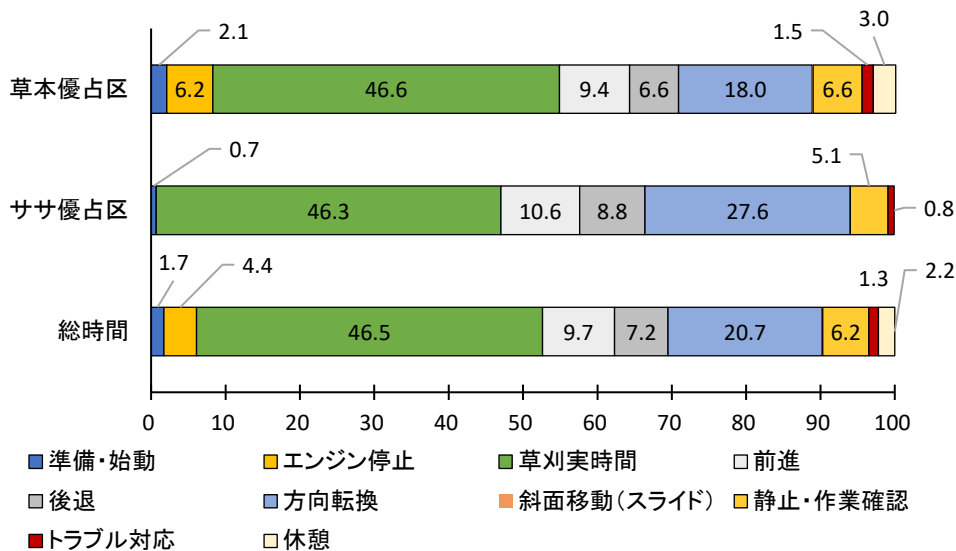


図 2-15 草本優占区とササ優占区の作業時間割合による比較

③ 実植生の違いによる実施面積と作業時間

作業工程割合について草本優占区とササ優占区に差があるかを Mann-Whitney-U 検定^{※2-2}に供すると、草本優占区とササ優占区とも有意水準 5%で全ての仮説が棄却 (U-Value=39、両側確率 $p=0.405$) され、作業工程割合の統計的差は認められなかった。作業割合ではほぼ同程度であったと言える。

※2-2 Mann-Whitney-U 検定：対応のない2つの独立したグループ（例：草本優占区とササ優占区）の中央値（代表値）に差があるかを調べるノンパラメトリック検定。ここでは「草本優占区の方が大きい値を与える傾向がある。」、「ササ優占区の方が大きい値を与える傾向がある。」、「草本優占区とササ優占区のどちらかが成立する。」との仮説により、有意水準 5%で全ての仮説が棄却された。

実施面積では、草本優占区の実施面積 0.07ha に対しササ優占区は 0.10ha と 1.4 倍、総作業時間では草本優占区の 1 時間 16 分 32 秒に対しササ優占区は 29 分 36 秒と 0.4 倍であった。

本事例における草本優占区の 1 ha を実施する時間を推計すると 18 時間 12 分 58 秒 ($y=0.759x$)、ササ優占区は 4 時間 56 分 38 秒 ($y=0.206x$) となり、ササ優占区は草本優占区の 3.7 倍の効率となる。草本優占区とササ優占区の総作業時間で 1 ha を実施する時間を推計すると 10 時間 24 分 58 秒 ($y=0.434x$) となる。草本優占区は総時間の 1.7 倍を要し、ササ優占区は総時間の 2 分の 1 倍 (0.5 倍) となる (図 2-16)。

RJ703 神刈の草刈り作業は、植生の種類（草本、木本、ササ等）、特に植生繁茂と植生高による視界確保によって大きく差が生じるものと推察される。

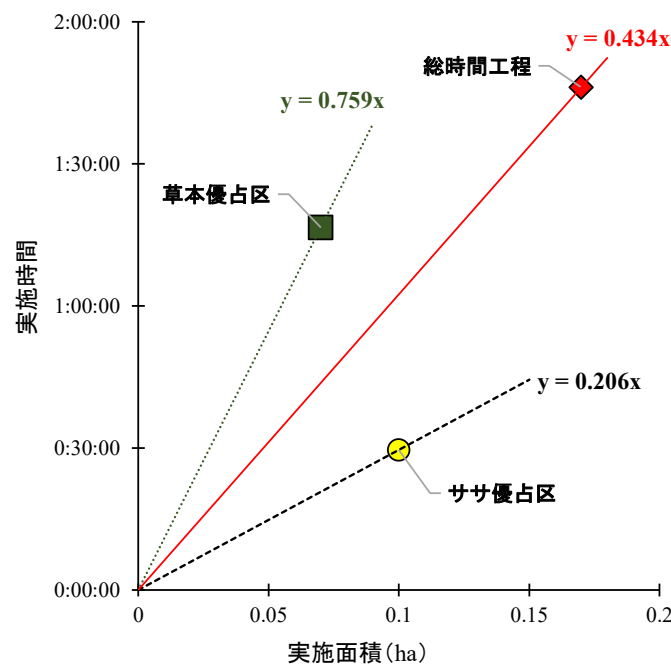


図 2-16 実施面積と実施時間の関係



Ⅱ-4 作業量と費用

4-1 作業量

(1) 作業量

実証調査の時間分解結果を基に林業生産活動の基準となる日当たり 6 時間として、草刈り面積を換算した (表 2-5)。

- ◆ 草本優占区の草刈り面積は、1 日当たり 0.33ha
- ◆ ササ優占区の草刈り面積は、1 日当たり 1.22ha
- ◆ 総工程の草刈り面積は、1 日当たり 0.58ha

表 2-5 実証調査の時間分解結果による単位当りの換算値

機種	植生	区分	平均斜 面勾配 (度)	日	作業時間						地拵え 面積 (ha)
					総作業時間 (SMH : Scheduled Machine Hour)						
					総稼働	準備等	移動	草刈り	静止	休憩	
神刈	草本優占	実証		0.2	1:16:32	0:06:19	0:26:06	0:35:38	0:06:12	0:02:17	0.07
		日換算 (6時間)	8.7	1	6:00:00	0:29:43	2:02:46	2:47:37	0:29:10	0:10:44	0.33
		面積換算 (ha)		3.0	18:10:55	1:30:02	6:12:02	8:27:55	1:28:23	0:32:33	1.00
神刈	ササ優占	実証		0.1	0:29:36	0:00:13	0:13:55	0:13:43	0:01:45	0:00:00	0.10
		日換算 (6時間)	3.5	1	6:00:00	0:02:38	2:49:15	2:46:49	0:21:17	0:00:00	1.22
		面積換算 (ha)		0.8	4:56:03	0:02:10	2:19:11	2:17:11	0:17:30	0:00:00	1.00
神刈	総工程	実証		0.1	1:46:08	0:06:32	0:40:01	0:49:21	0:07:57	0:02:17	0.17
		日換算 (6時間)	6.1	1	6:00:00	0:22:10	2:15:44	2:47:24	0:26:58	0:07:45	0.58
		面積換算 (ha)		1.7	10:23:55	0:38:24	3:55:15	4:50:07	0:46:44	0:13:25	1.00

(2) 単位面積当り換算

1 日当りの結果から単位面積 1ha を実施する日数を換算した (表 2-5)。

- ◆ 草本優占区の草刈り 1ha 当りの日数は、1ha 当り 3.0 日
- ◆ ササ優占区の草刈り 1ha 当りの日数は、1ha 当り 0.8 日
- ◆ 総工程の草刈り 1ha 当りの日数は、1ha 当り 1.70 日

4-2 作業システムのコスト試算（費用）

(1) 作業システム

RJ703 神刈の作業は基本オペレータ 1 名であるため、基本人員は、特殊運転手 1 名となる。

(2) 単位

作業システムのコスト試算を行う場合、単位を設定する必要がある。草刈りは面的に実施するため、単位は面積 (ha) が基準となる。

(3) 機械価格

機械価格はオープン価格^{※23}であるが、RJ703 神刈の価格は 400 万円前後といわれている。

※2-3 販売する商品に対してメーカー側が希望小売価格を具体的に定めていないもの。

(4) 計算式

コスト計算は、「全国林業改良普及協会編（2001）機械化のマネージメント」、「日本林業技士会（2009）低コスト作業システム構築事業 事業報告書」に示される計算式を準用した（表 2-6）。

コスト計算は時間を単位計算基礎単位とし、「固定費（円/時）」に 6 時間 を乗じ単位を“日”とし、人員単価（公共労務基礎単価）を加算して「〇〇円/日」とした。この費用に面積換算日数（前掲：表 2-5）を乗じて単位面積当たりの費用とした。

表 2-6 コスト計算因子

項目	機械価格 (千円)	燃料消費 量 Q(l/h)	燃料価格 (円)	耐用時間 (時間)	耐用年数 法定(年)	耐用年数 経済寿命 (年)	年間稼働 日数(日)	年間稼働 時間 (時間)	実働時間 (時間)	償却費率 (残存率)	保守・修理 費率	固定費 (円/時)
記号	A	Q	T1	O1	n	O	Nx	Nh	H	γ	εA + εB	P
項目	管理費率	機材消耗 品費 (円/ha)	工期 (ha/時)	償却費 (円/時)	管理費 (円/時)	資本回収 係数	資本利子 (円/時)	保守修理 費(円/時)	燃料油脂 費(円/時)	機材費 (円/時)	固定費 (資本利子除く) (円/時)	
記号	εc	D	C	B	W	i	V	X	T	R	P1	

全国林業改良普及協会編（2001）機械化のマネージメント p124～161

日本林業技士会（2009）低コスト作業システム構築事業 事業報告書 p17～19

(5) 試算の適用項目

「全国林業改良普及協会編（2001）機械化のマネージメント」、「日本林業技士会（2009）低コスト作業システム構築事業 事業報告書」に記載されている機械は発刊当時の林業用機械で、最新は 2009 年の「低コスト作業システム構築事業 事業報告書」で、それ以降の改訂や検討がなく、本作業システムが適用できる機種の記事がない。そこで、計算式に示される各計算因子について次を根拠とした（表 2-7：次ページ）。

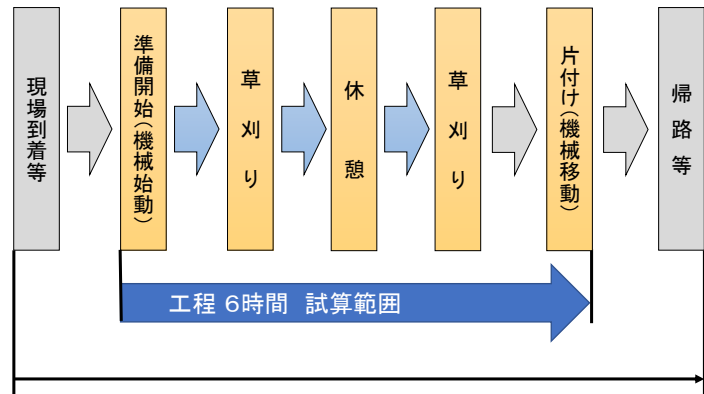


図 2-17 RJ703 神刈草刈り作業試算の範囲

第Ⅱ章 ラジコン式草刈り機



「機械価格」はオープン価格（前ページ）、「燃料消費量」は聞き取り調査値、「燃料価格」は最新の長野県佐久地方のガソリン単価、「工期」は実装試験の面積換算値、その他の因子は「令和7年版 治山林道必携 積算・施工編 森林整備保全事業標準歩掛 標準歩掛建設機械損料算定表」に示される最新の類似機械（小型遠隔装置草刈機械）の値を用いた。

稼働時間は、6時間を基準とした（図2-17）。

人件費は、特殊運転手1名の基本労務費（8時間）を実働時間6時間として換算した。

表 2-7 RJ703 神刈費用試算の適用項目

項 目	適 用
機械価格（千円）	オープン価格
燃料消費量 Q (ℓ/h)	実績（11リットル/4時間）
燃料価格（円）	ガソリン 2026年1月5日県単価
耐用時間（時間）	計算値
耐用年数法定（年）	5年
耐用年数経済寿命（年）	標準歩掛建設機械損料算定表 p316 遠隔操作式 7年
年間稼働日数（日）	標準歩掛建設機械損料算定表 p316 遠隔操作式 130日
年間稼働時間（時間）	年間稼働日数×6時間
実働時間（時間）	6時間
償却費率（残存率）	標準歩掛建設機械損料算定表 p316 遠隔操作式 8%
保守・修理費率	標準歩掛建設機械損料算定表 p316 遠隔操作式 40%
管理費率	標準歩掛建設機械損料算定表 p316 遠隔操作式 7%
機材消耗品費（円/ha）	計算値
機材消耗品費（円/時）	計算値
工期（ha/時・人）	実績値から時間あたりに換算した面積 0.0079ha
償却費（円/時）	計算値
管理費（円/時）	計算値
資本回収係数	年利4%と仮定
資本利子（円/時）	計算値
保守修理費（円/時）	計算値
燃料油脂費（円/時）	燃料+重機用グリス
機材費（円/時）	計算値
固定費（円/時）	計算値
固定費(資本利子除く)（円/時）	計算値
変動費（人件費除く）（円/時）	計算値
人件費	オペレータ（円/日）
	公共労務基礎単価(特殊運転手) 6時間換算

(6) 試算結果

① 日当りのコスト (円/日)

日当りの RJ703 神刈の固定費は 1,152 円/時間、システム単価は **31,689 円/日**となった (表 2-8)。

表 2-8 日当りの RJ703 神刈のシステム単価

固定費(円/時)	P	1,152	
固定費(資本利子除く)(円/時)	P1	1,031	
変動費(人件費除く)(円/時)	VC	767	
オペレータ(円/日)	G1	20,175	公共労務基礎単価 6時間換算
人件費	G	20,175	
本システム稼働(円/日)	C	6,912	P×6時間
変動費(円/日)	VC6	4,602	VC×6時間
本システム単価(円/日)	PC1	31,689	G+C+VC6

② 草本優占区の作業面積当りのコスト (円/ha)

草本優先区の 1ha 当りの RJ703 神刈のシステム単価は **96,027 円/ha**となった (表 2-9)。

表 2-9 草本優占区の作業面積当りの RJ703 神刈のシステム単価

固定費(円/時)	P	1,152	
固定費(資本利子除く)(円/時)	P1	1,031	
変動費(人件費除く)(円/時)	VC	767	
オペレータ(円/日)	G1	20,175	公共労務基礎単価 6時間換算
人件費	G	20,175	
生産コスト(円/時)	Z	5,282	
本システム実績工程(ha/時)	C	0.0550	本システム実績
本システム単価(円/ha)	PC1	96,027	Z/C

③ ササ優占区の作業面積当りのコスト (円/ha)

ササ優占区の RJ703 神刈のシステム単価は **26,017 円/ha**となった (表 2-10)。

表 2-10 ササ優占区の作業面積当りの RJ703 神刈のシステム単価

固定費(円/時)	P	1,152	
固定費(資本利子除く)(円/時)	P1	1,031	
変動費(人件費除く)(円/時)	VC	767	
オペレータ(円/日)	G1	20,175	公共労務基礎単価 6時間換算
人件費	G	20,175	
生産コスト(円/時)	Z	5,282	
本システム実績工程(ha/時)	C	0.2030	本システム実績
本システム単価(円/ha)	PC1	26,017	Z/C

④ 総工程の作業面積当りのコスト (円/ha)

RJ703 神刈の総工程の作業面積当りシステム単価は **55,015 円/ha**となった (表 2-11)。

第Ⅱ章 ラジコン式草刈り機



表 2-11 総工程の作業面積当りの RJ703 神刈のシステム単価

固定費(円/時)	P	1,152	
固定費(資本利子除く)(円/時)	P1	1,031	
変動費(人件費除く)(円/時)	VC	767	
オペレータ(円/日)	G1	20,175	公共労務基礎単価 6時間換算
人件費	G	20,175	
生産コスト(円/時)	Z	5,282	
本システム実績工程(ha/時)	C	0.0960	本システム実績
本システム単価(円/ha)	PCI	55,015	Z/C

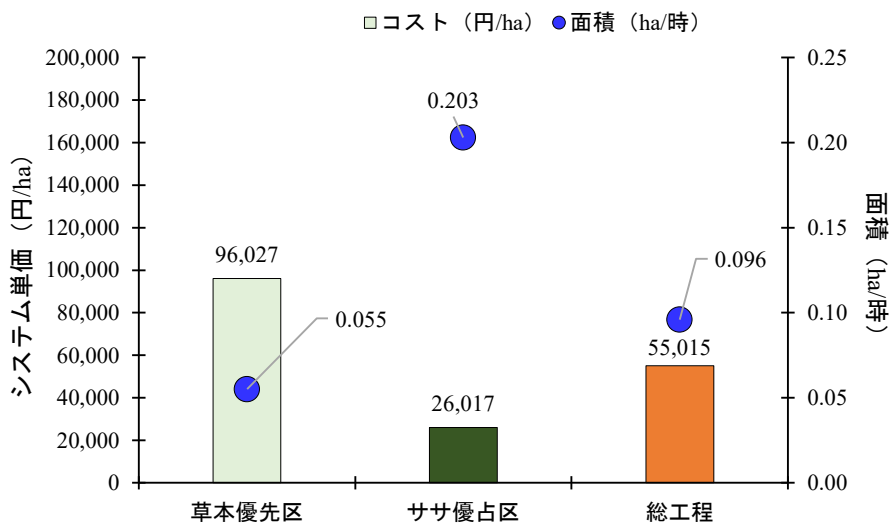


図 2-18 システム単価 (円/ha) と作業面積 (ha/時)

草本優占区、ササ優占区及び総工程のシステム単価 (円/ha) と作業面積 (ha/時) の関係は図 2-18、人件費を含むシステム単価は単位面積当りで 5,281 円の費用が掛かる計算となった (図 2-19)。

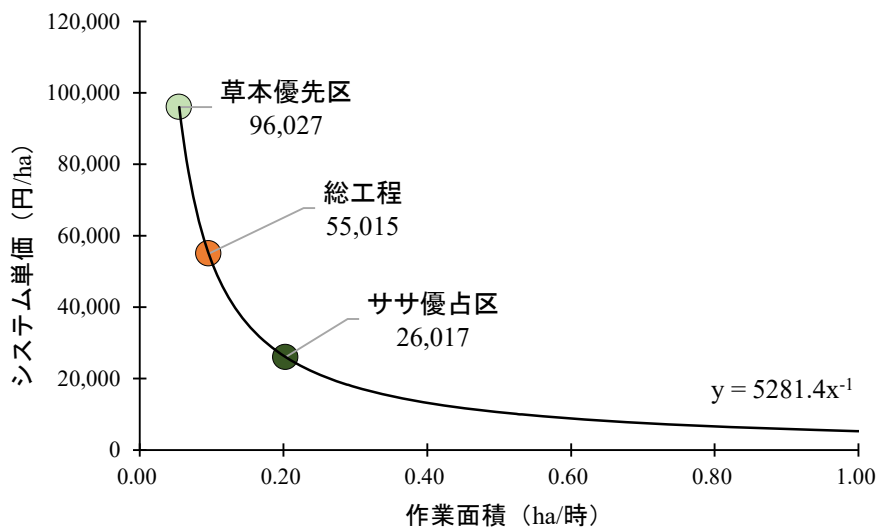


図 2-19 作業面積とシステム単価の関係

Ⅱ-5 検証評価

本実証事例は図 2-20 の範囲について検証評価を行った。

5-1 作業工程

作業工程(順序立てて細かく区切った作業の段階やプロセス)には特段の課題・検討事項はなかった。

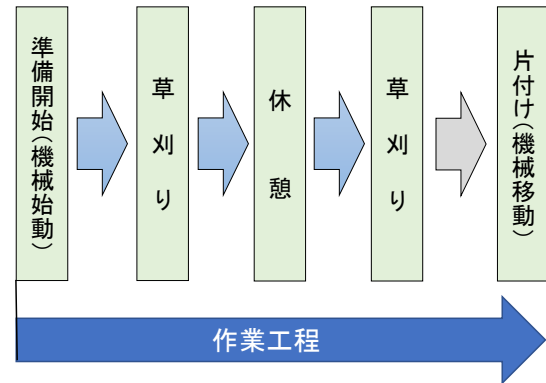


図 2-20 本実証事例の作業工程

5-2 施工性

本実証事例の施工性(作業のしやすさ)について「RJ703 神刈の操作性はリモコン操作も良好で機体の反応も良い」とオペレータ技能職員のコメントを受けているが、次の課題または検討すべき事項があった(表 2-12)。

表 2-12 施工性における課題

項目	内容	要因・検討事項
視界の確保	⊙ 草丈が高い所(実証事例の草本優先区)では状況判断、視界が遮られ施工性が劣る	⊙ 視界が遮られた施業地への導入の可否
地表状態	⊙ 横走行の作業となるため、地表の状態によって機体のスライド(横滑り)が発生する。土だけの斜面の方がスライドする幅が大きい	⊙ スライドした場合やしそうな場合は、機体を横から斜めにする操作が必要
操作立ち位置	⊙ 機体下部斜面に位置しない、刈り草が飛散・飛来しない箇所での操作が原則とされているが、植栽木の位置が見えにくい場所では、一時的には機械よりも下方に位置する ⊙ 機械に沿って歩行するだけでなく、斜面の上限歩行、前後歩行が必要	⊙ 安全性とも関連する ⊙ オペレータの体力消耗(労働衛生)への影響
障害物	⊙ 10cm程度の切株、視認できない切株にのりあげ停止が2回。 ⊙ 8cm程度の枝が粉碎できずに停止(通称:噛む)。 ⊙ 石礫がある現場はローターが停止 ⊙ ススキのような大きな根元株を形成する草本種も施工性が劣る ⊙ 低密度で稈高が低いササ地(実証事例のササ優先区)は良好だが、竹林は施工困難 ⊙ 斜面に対して横列の植栽地向きで、通常の面的植栽地(幹距による正方形植え)では導入が難しい	⊙ 施業地の植生、障害物によって施工性が大きく変わる ⊙ 施業地への導入選定項目(留意項目)が多い
緊急対応	⊙ 切株への乗りあげや横転した場合、脱出や整体させるためには複数名が必要	⊙ オペレータ1名でトラブル回避できる方策の検討

(1) 視界の確保

下刈り作業は、植栽木の成長を促進するため、植栽木との競争種や成長阻害となる植物を除去する作業である。本実証事例では、背丈の高い草本優先区(写真 2-17)の施工性(作業のしやすさ)に難があった。視界が遮られた施業地への RJ703 神刈の導入の可否判断が重要となる。



(2) 地表状態

斜面に対し横走行の作業となるため、植生の状態や枝条の有無、土斜面等の地表状態によって機体のスライド（横滑り）が発生する。機体がスライドした場合やしそうな場合は、機体を横から斜めにする操作が必要で、転倒に至らないような操作が必要となる。オペレータ技能職員によると「土だけの斜面の方がスライドする幅が大きく、ササや枝条がある程度ある方がスライドは発生し難い」との感想であった。

(3) 操作立ち位置

RJ703 神刈の操作にあたっては「機体下部斜面に位置しない」、「刈り草が飛散・飛来しない箇所での操作」が原則とされているが、植栽木の位置が見えにくい場所では、一時的には機械よりも下方に位置しなくてはならない状況が多く認められた。

さらに、機械に沿って歩行するだけでなく、斜面の上下移動、前後歩行が必要を頻繁に行っていたため、操縦者の体力消耗に影響を与えている（写真 2-17）。

これらは安全性、労働衛生に関係する。



写真 2-17 視界不良の草本優占区域
オペレータ移動が頻繁に必要

(4) 障害物

本実証事例では、RJ703 神刈の操作にあたっては 10cm 程度の切株、視認できない切株にのりあげ停止が 2 回している。8 cm 程度の枝が粉碎できず（通称：噛む）に停止したり、石礫がある箇所もローターが停止する現象が発生した。さらにススキのような大きな根元株を形成する草本種も施工性が劣った。

これらの状況から、低密度で稈高が低いササ地（実証事例のササ優先区）は良好だが、オペレータ技能職員は「竹林は施工困難」との感想であった。

RJ703 神刈導入にあたっては、施業地の植生、障害物によって施工性が大きく変わるため、施業地への導入選定項目（留意項目）が多い。

(5) 緊急対応

切株にのりあげ停止や横転した場合には複数名による脱出や整体作業が必要となるが（写真 2-18）、RJ703 神刈の操作にあたってはオペレータ 1 人の作業人員が理想である（参考：後述 p58）。

トラブルが発生した場合のオペレータ 1 名でトラブル回避できる方策の検討^{※24}が必要である。



写真 2-18 切株乗り上げによる脱出状況

※24 本実証事例のオペレータは、その後 1 名でのトラブル回避（チルホールによる脱出等）を実施した。

5-3 安全性

(1) RJ703 神刈操作オペレータの安全性

① 操作

RJ703 神刈の操作において最も注意すべきは、操作立ち位置を機体の前後にすることによる破砕材の飛来・衝突、RJ703 神刈動作位置よりも下方斜面に位置することによる RJ703 神刈の転倒、横滑り（斜面スライド）による接触である。

本実証事例のオペレータは RJ703 神刈操作に細心の注意を払い操作していたが、前述のとおり視界が不良で植栽木の視認が確保できない箇所では、機体よりも斜面の下部に位置することがあった（写真 2-19）。視界が不良で植栽木の視認が確保できない箇所では、課題が残る結果であった。



写真 2-19 視界不良の草本優先区での機体下方での操作（左）と視界が良好なササ優占区での距離を置いての操作（右）

② 労働衛生

前述のとおり視界確保のため機体の前後左右の動きが多くなる。視界が確保されない箇所は一段とその影響が大きい。操縦者の体力消耗に影響を与え、労働衛生的に夏場などは特に健康管理に留意すべき作業といえる。

③ 想定される危険

本実証事例では確認されなかったが、危険として RJ703 神刈稼働時の「ハチ刺され」が想定される。オペレータは RJ703 神刈の機体から 5~10m 程度の距離を保ち操作をしているが、機体の状態、視界確保に集中し、足場も安定していないため「ハチ刺され」の危険性は否定できない。通常の林業作業と同様に 7 月~10 月期の草刈りには注意が必要である。

(2) 周囲技能職員等の安全性

機体の前後にすることによる破砕材の飛来・衝突が想定されるため、周囲の技能職員等は、RJ703 神刈の前後 10m 以内には立ち入らないことが重要である。RJ703 神刈を使用する草刈り作業では周囲の技能職員等も機械前後 10m 以内に立ち入らない情報共有が必要である。



5-4 労働生産性と経済性

(1) 労働力（人工数）

RJ703 神刈の草刈り作業は原則オペレータ 1 人の人員となる。林野庁森林整備保全事業標準歩掛（〔最終改正〕令和 7 年 3 月 31 日付け 6 林整計第 670 号）における森林整備地全刈り草刈りは草刈り機と鎌使用で、特殊作業員と普通作業員の 2 人構成である（森林整備保全事業標準歩掛 p723）。

RJ703 神刈による草刈りは特殊作業員 1 人とすることができる（参考：後述 p58）。

(2) 経済性

① 標準値との比較

「林野庁森林整備保全事業標準歩掛」、「令和 7 年度信州の森林づくり事業標準単価表（国庫等対象事業）」に示されている歩掛及び標準単価と、佐久森林組合が試算した RJ703 神刈草刈り単価並びに本実証においてビデオ解析に基づきレンタルリース費用から試算した単価を比較した。単位は全て円/ha である（表 2-13）。

「林野庁森林整備保全事業標準歩掛」は、草刈り回数 1 回の現地条件補正なしの単価 187,068 円/ha を用いた。

「令和 7 年度信州の森林づくり事業標準単価表（国庫等対象事業）」は、全刈り 1 回の 202,700 円/ha（標準単価 B）を用いた。

表 2-13 草刈り標準単価と RJ703 神刈単価比較

単価区分	草刈り (円/ha)	試算差額 (円/ha)	D 差額 (円/ha)	E 差額 (円/ha)	F 差額 (円/ha)	備考
標準歩掛 A	187,068	87,068	91,041	161,051	132,053	全刈り 1 回補正なし
標準単価 B	202,700	102,700	106,673	176,683	147,685	全刈り 1 回
実証試算	100,000	0	3,973	73,983	44,985	組合試算
草本優占 D	96,027	-3,973	0	70,010	41,012	RJ703 神刈 実証結果 表 2-9
ササ優占 E	26,017	-73,983	-70,010	0	-28,998	RJ703 神刈 実証結果 表 2-10
全工程 F	55,015	-44,985	-41,012	28,998	0	RJ703 神刈 実証結果 表 2-11

※標準歩掛 A：林野庁森林整備保全事業標準歩掛

※標準単価 B：令和 7 年度信州の森林づくり事業標準単価表（国庫等対象事業）C 単価

※実証試算：佐久森林組合試算

佐久森林組合が試算した RJ703 神刈草刈り単価は 8 万～10 万円/ha で、ここでは試算範囲の高額 10 万円/ha を基準値として用いた。

実証草本区 96,027 円/ha を基準とした場合、標準歩掛 A では 91,041 円/ha、標準歩掛 B では 106,673 円/ha、佐久森林組合試算では 3,973 円/ha の低コストとなったが、ササ優占区では 70,010 円/ha、全工程では 41,012 円/ha の高コストとなった。ササ優占区 26,017 円/ha を基準とした場合は、全ての比較対象で低コストとなった。全工程ではササ優占区を除くすべての比較対象で低コストとなった。

したがって、**本実証事例は、草本優先区、ササ優占区及び全行程において従来の草刈り標準価格に対し低コストの結果**となった。

② レンタル費用との比較

本実証におけるビデオ解析の日システム単価は 31,689 円/日であった。本実証事例のレンタルリース費用は月額 30 万円（30 日換算）で日額 10,000 円/日であり、この 1 万円/日に特殊運転手 1 名の労務費 20,175 円を加算した費用と比較した。

結果、システム単価（円/日）は、レンタル費用に労務費を加算した費用よりも 18,486 円/日低コストとなった（表 2-14）。

表 2-14 ビデオ解析のシステム単価（円/日）とレンタルリース費用の比較

単価区分	草刈り（円/日）	差額（円/日）	備考
レンタル	50,175	18,486	月額 30 万円（30 日換算）で日額 10,000 円/日＋特殊運転手 1 名 20,175 円
解析結果	31,689		p47：表 2-8

③ 購入した場合の費用

RJ703 神刈の本体価格は約 400 万円（オープン価格）である。コスト計算の固定費^{※2-5}とシステム単価ついて年間稼働日数を 10～260 日（法定労働制限日数）で変動させて試算すると図 2-21、図 2-22 となった。

※2-5 「機械の固定費」：生産量や売上に関わらず、事業を継続するために必ず発生する機械に関する費用

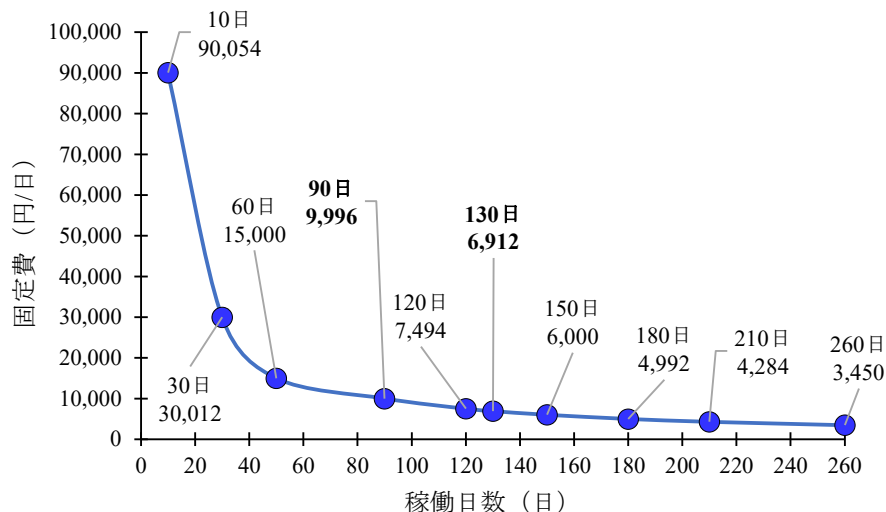


図 2-21 コスト計算による固定費試算

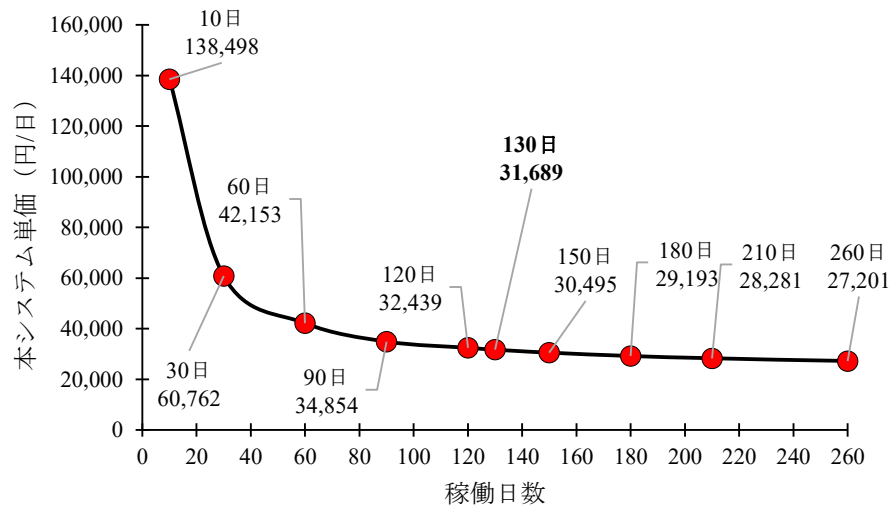


図 2-22 RJ703 神刈のシステム試算結果 (オペレータ 1 名人件費含む)

年 130 日稼働で耐用年数 7 年の場合に RJ703 神刈の固定費は 1,152 円/時、6 時間換算 6,912 円/日となるが、レンタル費用の日換算額 1 万円/日に最も近似する日数は 90 日 (9,996 円/日) となる。RJ703 神刈の減価償却を有利に行うためには 90 日以上の使用 (稼働) を 7 年間継続で行わないと効果が表れない。

本実証事例のレンタル費用であれば、購入よりもレンタルの方が経済的といえる。

(3) 労働生産性と経済性の検証

本実証事例の労働生産性は、労働力 (人工数) 1 人と労働力縮減が図られる。

本実証事例は、植被状況が異なり視界が確保できない箇所では効率が劣り、視界が確保できる箇所は効率が良い結果となり、経済的にも差が認められるが、どちらも従来型の人力標準歩掛と標準単価よりも低コストを実現した。

RJ703 神刈を購入した場合は、90 日以上の使用 (稼働) を 7 年間継続で行わないと減価償却効果が表れない。稼働日数が低い場合はレンタル活用が有利となる。

5-5 総合評価

本実証事例の RJ703 神刈による草刈りの評価を「✖：不可」、「△：要検討」、「○：有効」及び「◎：有効技術推進」の4段階とした(表 2-15)。

評価は、前述の結果から「作業工程：◎」、「施工性：△」、「安全性：△」、「労働生産性：○」、「経済性：◎」と判断し、総合評価は作業工程、労働生産性に効果があったが、施工性、安全性に要検討事項があったことから「総合評価：○」とした。

表 2-15 検証評価

評価項目	評価	課題・検討内容	備考
作業工程	◎	作業の段階やプロセスには特段の課題・検討事項はない	p49
施工性	△	RJ703 神刈の操作性は良好 視界の確保、地表状態、操作立ち位置、障害物、緊急対応に 課題・検討すべき事項あり	p49～50
安全性	△	視界が不良で植栽木の視認が確保できない箇所では、オペレータの立ち位置等課題 「ハチ刺され」の危険性は否定できない 操縦者の体力消耗に影響を与え、労働衛生的に夏場などは特に健康管理に留意すべき作業 ローター前後 10m 以内に立ち入らない情報共有が必要	p51
労働生産性	○	労働力(人工数)1人と労働力縮減 標準草刈り2名	p51
経済性	◎	視界が確保できない箇所では効率が劣り、視界が確保できる箇所は効率が良い結果で経済的にも差が認められるが、どちらも従来型の人力標準歩掛と標準単価よりも低コストを実現 稼働日数が低い場合はレンタル活用が有利	p52～54
総合評価	○	作業工程、コスト縮減に効果があったが、施工性・安全性に課題あり	



5-6 RJ703 神刈導入条件

(1) 立地的条件

本実証事例について、実施者である佐久森林組合担当者とオペレータの技能職員へのインタビューを行った。インタビュー内容とビデオ記録分析から RJ703 神刈の導入立地条件として次が考えられる (図 2-22)。

- ☺ 斜面勾配 20 度以下の緩斜面地
- ☺ 視界・視認性が良好
- ☺ 林床に礫や岩がない
- ☺ 伐採後の切株が少ない
- ☺ 走行幅 (車体幅 1,110 mm×1.5 倍) 1.7m 程度

RJ703 神刈の使用最大傾斜角度は前後 25 度、左右 45 度とされているが、急傾斜地では旋回が困難となる。さらに横走が基本であるため転倒、機体スライドの危険があり、オペレータの操作負担が大きい。したがって凹凸の少ない斜面勾配 20 度以下の緩斜面地への導入が理想的である。

礫や岩がある場所は、刃の損傷、礫の飛散が発生するため RJ703 神刈には適さない。伐採後の切株は RJ703 神刈の草刈り作業工程に影響を与える。走行するのに支障となり、切株に乗り上げスタック (stack: 空転して自力で動けなくなる状態) してしまう。皆伐地の切株の多い現場には適さない。

本実証事例の施業地は、斜面横方向に 4.0m の幅で植栽され、横の植栽間隔は 1.25m であった (p32 写真 2-7)。RJ703 神刈は伐幅 70cm であるが機体幅は 1.10m である。安全に走行するには建設機械全般に言える機体幅の 1.5 倍の余裕幅が必要である。植栽木の間隔が斜面横方向に 2.0m 程度以上ある施業地でないと植栽木を保護して安全に草刈りを行うことが困難となる (図 2-23)。RJ703 神刈を導入するには植栽木の間隔が重要となる。

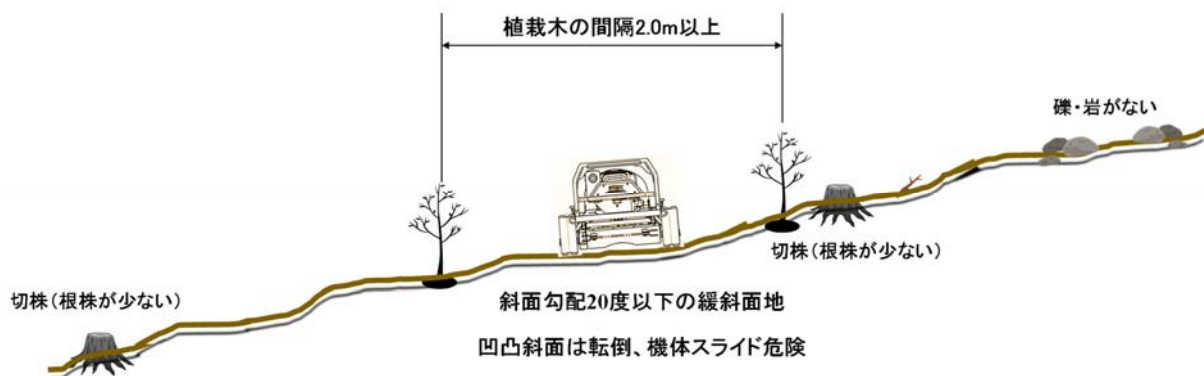


図 2-23 RJ703 神刈導入の立地条件

(2) 導入検討の要点**① 導入は林業のサイクルとして検討**

林業を“植えて → 育てて → 伐採して → 再び植える”といった林業サイクルの中で、どのように考えるかによって RJ703 神刈の導入を検討すべきである。

本実証事例は、前年に LV-800 の地拵え（第Ⅰ章）を実施した施業地であった。機械化地拵えを行い、平滑な林床を形成して植栽の効率化と、その後の機械化草刈り保育作業を想定していた。伐採時点から地拵え、植栽、下刈り（草刈り）を想定しているからこそ、RJ703 神刈を導入することができたと言える。

RJ703 神刈の導入は、林業のサイクル（次の作業を想定して）として検討することが重要である。

5-7 今後の展望

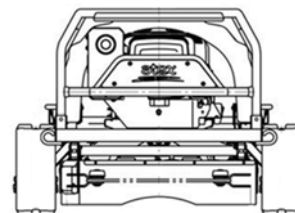
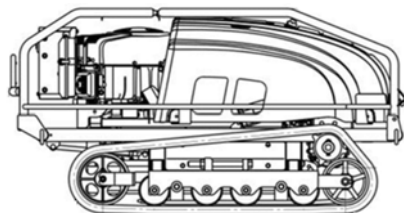
RJ703 神刈は、操作性、機械の反応にも優れ、草刈り機として有能な機械である。一般的に河川や河川の堤防、広場等の広い面積で、緩斜面の凹凸の少ない現場では最大限に効果を発揮すると考えられる。

林業の現場への導入については、まだその件数が少ないものと考えられる。凹凸があり、切株等の支障物、急斜面が散在するなど、最大限に効果を発揮する施業地は限られるものと考えられる。

しかしながら、本実証事例の施業地では、視界が確保できない箇所では効率が劣り、視界が確保できる箇所は効率が良い結果であったが、どちらも従来型的人力標準歩掛と標準単価よりも低コストを実現した。しかし頻繁に活用しなければレンタル活用が有利との結果であった。購入にあたっては林地以外の活用も想定する必要がある。

一方、施工性と安全性には課題が残る結果であった。「安全は効率に優先する」ため特に安全性について創意工夫の活用を検討することを願う。

今後、林地の条件や稼働回数を重ねることで、効率的な草刈りに寄与する手法（技術）となることを期待する。





【参考：オペレータと補助作業員2名の場合のコスト】

作業中にトラブルが発生した場合（前述 p50）として、オペレータ1名と技能職員（ここでは普通作業員）のセット人員2名としてRJ703 神刈の日当りのコスト（円/日）と総工程の作業面積当りのコスト（円/ha）試算した。

日当りのRJ703 神刈の固定費は1,152 円/時間、システム単価は 31,689 円/日であったが（前掲表 2-8：p47）、システム人員2名では 49,764 円/日となった（参考表 2-①）。

RJ703 神刈の総工程の作業面積当りシステム単価は 55,015 円/haであったが（前掲表 2-11：p48）、システム人員2名では 86,395 円/日となった（参考表 2-②）。

参考表 2-① セット人員2名の日当りのRJ703 神刈のシステム単価

固定費(円/時)	P	1,152	
固定費(資本利子除く)(円/時)	P1	1,031	
変動費(人件費除く)(円/時)	VC	767	
オペレータ(円/日)	G1	20,175	公共労務基礎単価 6時間換算
技能職員(普通作業員)	G2	18,075	公共労務基礎単価 6時間換算
人件費	G	38,250	
本システム稼働(円/日)	C	6,912	P×6時間
変動費(円/日)	VC6	4,602	VC×6時間
本システム単価(円/日)	PC1	49,764	G+C+VC6

参考表 2-② セット人員2名の総工程の作業面積当りのRJ703 神刈のシステム単価

固定費(円/時)	P	1,152	
固定費(資本利子除く)(円/時)	P1	1,031	
変動費(人件費除く)(円/時)	VC	767	
オペレータ(円/日)	G1	20,175	公共労務基礎単価 6時間換算
技能職員(普通作業員)	G2	18,075	公共労務基礎単価 6時間換算
人件費	G	38,250	
生産コスト(円/時)	Z	8,294	
本システム実績工程(ha/時)	C	0.0960	本システム実績
本システム単価(円/ha)	PC1	86,395	Z/C