

# 多摩地域の森林特性を踏まえた集材作業の効率化に関する研究

[平成 24~26 年度]

吉岡さんご\*・小野仁士・荒川純彦<sup>\*2</sup>・新井一司・中村健一

(緑化森林科) \*現小笠原支庁, <sup>\*2</sup>現森林事務所

**【要 約】**先進的林業工具を活用することで、架線による集材コストの約 2 割削減が達成された。また、数量化 II 類による解析から構築された集材方法選択の基準表を活用することで、地域の森林特性に適合した効率的な集材方法を選択することが可能となった。

## 【目的】

スギ・ヒノキ等人工林から木材を搬出し利用するためには、山から伐採木を土場まで搬出する集材作業に要すコストを低減させることが最優先課題である。多摩地域は、急傾斜地が多く、小規模森林所有者が多いといった森林特性から、集材作業の大半は架線系で行われている。そこで主伐事業における集材作業の実態や功程調査から、多摩地域の森林特性に応じた効率のよい集材システムを提案する。

## 【成果の概要】

### 1. 多摩地域における集材作業の実態

- (1) 2006 年度～2010 年度までに契約されたスギ花粉発生源対策事業における主伐事業地 48 件（表 1, 図 1）について、集材作業に用いた機械を調べたところ、集材機のみを使用した現場が 41 件（全体の 85%），スイングヤーダを単独または集材機との併用で用いた現場が 7 件（同 15%）と、集材機が多用されていることが明らかになった（表 2）。
- (2) 集材作業に用いた機械ごとに、事業規模（事業面積）、材積、平均集材距離と最大集材距離についての違いを調べたところ、事業規模の大小、集材距離の長短によって使用する機械を使い分けている傾向がみられた（表 2）。これは、集材機は、事業規模が大きく集材距離の長い現場で使用されており、スイングヤーダは架設が容易な反面、集材機に比べ搬出能力が低いことから、小規模事業地で使用されていると考えられた。
- (3) 林業機械保有状況について調査したところ、大半の事業体はスイングヤーダ等の高性能林業機械を保有していないことが分かった（図表省略）。
- (4) 集材機を使用した主伐事業地 3 カ所、自走式搬器を使用した主伐事業地 2 カ所について、ビデオ撮影機を用いて功程調査を行った。集材機は、全功程に要す時間（以下、サイクルタイム）が長く、自走式搬器はサイクルタイムが短かった。

また、集材作業を 8 つの功程に分け（図 2），各功程における所要時間を 1 サイクルごとに解析した（図 3）。集材機を使用した現場においては、実搬器走行時間（ $t_{e6}$ ）に大きな差がみられ、特に調査地 2 では所要時間が短かった。これは、主索を高く索張りしたことから、荷掛けした材が地面に擦れなかつことに起因すると考えられる。自走式搬器を使用した 2 つの現場では、調査地 5 は調査地 4 と比較して、横取り時間（ $t_{e5}$ ）が短い。調査地 5 は、山中において造材が行われているため、1 サイクルあたりの材積量が小さいことが要因として考えられる。これらから、功程別作業時間は現場条件によって異なり、効率性の観点から各現場に適した作業方法を採用していることが明らかになった。

## 2. 立地条件・社会的条件に適した効率的な集材作業の検討

(1) 伐採予定地の集材方法の選択（表4）は、高度な専門的知識が必要とされる。そこで、面積、傾斜30°以上の割合、林道等車両が通行可能な道からの位置の3つの因子（表5）から、数量化II類を用いて解析した。2006年から2012年における東京都スギ花粉発生源対策事業の主伐地、2012年と2013年に都内で作設した作業道による間伐地、関東・中部林業試験研究機関連絡協議会の森林作業システム・路網研究会における路網データベースの間伐地など合計89データから、集材方法を簡易に選択できる基準表を構築した（表6）。

(2) 集材作業の効率化を図るため、荷掛けロープを、従来のダブルスリングワイヤーロープ（以下、Sロープ）から、荷外しをリモコン操作で解除できるワイヤレスコントロール式ショーカーワイヤーロープ（以下、Wロープ）を導入した。主伐事業地3ヵ所（表7）について調査したところ、荷掛けおよび荷外し功程ならびに全功程の所要時間は、Wロープの方がSロープより有意に短く、全功程の所要時間も1分12秒短かった（表8）。Wロープ使用では、集材機運転手がワイヤレスコントローラにより荷外しを行えたため、荷外し手が不要となった。その結果、Sロープでは、多くは、荷掛け手、荷外し手、集材機運転手ならびにプロセッサー運転手の4名が必要であったが、Wロープでは、荷掛け手、集材機運転手（荷外し手兼務）ならびにプロセッサー運転手の3名となった。

### 【成果の活用・留意点】

1. 伐採予定地の面積などの因子から、集材方法を簡易に選択できる基準表を構築した。ただし、実際の集材方法の選択には、表7で示した因子以外に、森林所有規模や保有機械などの社会的条件を加味した上での選択が望ましい。
2. Wロープの使用は、1回あたりの作業時間が約20%削減され、人員は25%削減されることから、集材作業の効率化に有用であることが明らかになった。なお、Wロープは、荷掛けした材が調査した現場の地形等により落下するトラブルがあったため、ロープに改良を加えたものを用いた。

### 【発表資料】

1. 平成24, 25, 26年度 成果情報
2. 平成26, 27年度 農林総合研究センター森林・林業発表会
3. 平成26, 27年度 関中試連 地域特性に対応した森林作業システム研究会
4. 平成26年度 農林総合研究センター研究発表会
5. 平成27年度 東京都立産業技術研究センター研究成果発表会

### 【具体的データ】

表1 調査地の概要

市町村	件数	面積(ha)	材積(m³)
あきる野市	7	28.35	10,304
青梅市	20	55.26	20,856
奥多摩町	2	7.50	4,130
日の出町	5	9.49	3,159
檜原村	8	49.10	21,211
八王子市	6	25.17	7,394
合計	48	174.87	67,054
平均		3.64	1,397

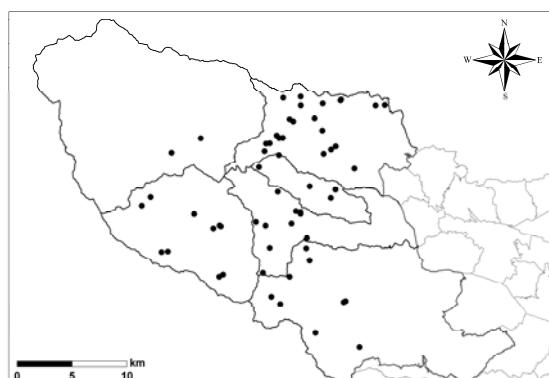


図1 調査箇所図

表2 集材システム別事業地概要

使用機械	件数	平均事業規模		平均集材距離(m)	最大集材距離(m)
		面積(ha)	材積(m³)		
集材機	41	4.02	1,423	169	680
集材機+スイングヤーダ	3	2.32	1,089	134	200
スイングヤーダ	4	0.9	307	90	120

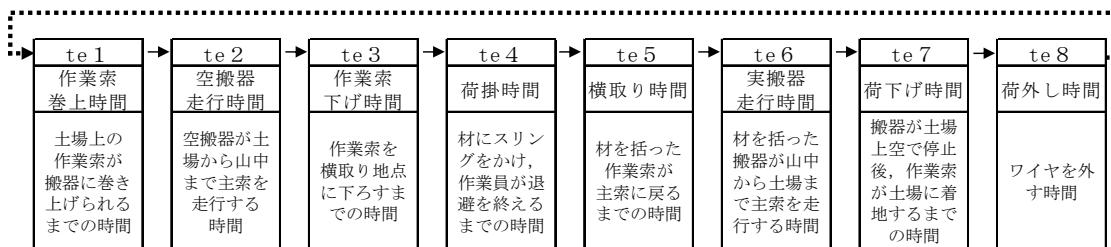


図2 1サイクルにおける功程作業の流れ図

表3 調査地の概要

調査地	所在地	事業地面積(ha)	使用機械	架線長(m)	調査時の集材距離(m)
1	八王子市上川町	2.77	集材機	309	263
2	檜原村南郷	17.07	集材機	800	207
3	青梅市御岳	14.55	集材機	365	297
4	奥多摩町冰川	0.45	自走式搬器	102	74
5	あきる野市高尾	1.26	自走式搬器	75	65

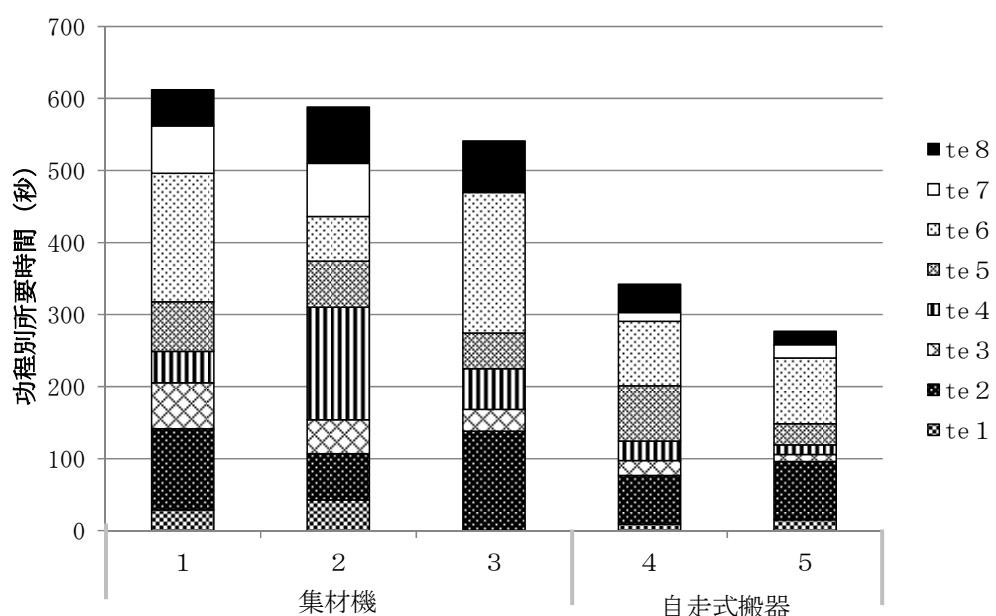


図3 各調査地における功程別所要時間

te 1~8 : 図2に示す

表4 集材方法の区分表

区分	集材方法
A	新たに作業道 <sup>a</sup> を作設せず、集材機を用いた架線集材
B	新たに作業道 <sup>a</sup> を作設せず、集材機以外（スイングヤーダ、自走式搬器、グラップル等）による集材
C	作業道 <sup>a</sup> を作設した集材
a)	今回示した作業道とは、75m/ha以上の路網密度となるよう作設した場所とした。

表5 集材方法の選択に関わる因子の区分表

区分	集材方法の選択に関わる因子		
	林道等からの位置	面積 (ha)	傾斜30° 以上の 割合 <sup>a</sup> (%)
1	林道等に接している	1.0未満	0-24
2	林道等に接していない	1.0以上5.0未満	25-49
3	-	5.0以上	50-74
4	-	-	74-100

a) 傾斜30° 以上の割合は10mメッシュの傾斜区分図による面積の割合を意味する。

表6 集材方法選択の基準表

林道等からの位置		林道等に接している				林道等に接していない			
傾斜30° 以上の割合 (%)		0-24	25-49	50-74	75-100	0-24	25-49	50-74	75-100
面積 (ha) <sup>a</sup>	1.0未満	<i>B</i> <sup>b</sup>	B	B	B	A	A	<i>B</i> <sup>b</sup>	B
	1.0以上5.0未満	C	A	A	A	A	A	A	A
	5.0以上	C	C	C	A	<i>A</i> <sup>b</sup>	<i>A</i> <sup>b</sup>	A	A

a) 凡例 A：新たに作業道を作設せず、集材機を用いた集材  
B：新たに作業道を作設せず、集材機以外（スイングヤーダ、自走式搬器、グラップル等）による集材  
C：作業道を作設した集材

b) 斜体文字は、因子の組み合わせとして考えられる現場として、参考値とする。

表7 調査地の概要

調査地	所在地	事業地面積 (ha)	使用機械	架線長 (m)	調査時の 集材距離 (m)
1	青梅市御岳	4.21	集材機	676	381
2	あきる野市引田A	0.73	スイングヤーダ	67	45～50
3	あきる野市引田B	0.21	スイングヤーダ	66	33～60

表8 荷掛けおよび荷外し功程時間ならびに全功程所要時間 (分 : 秒) /回

調査地	所在地	集材回数(回)		荷掛け		荷外し		荷掛け+荷外し		全功程	
		Wロープ	Sロープ	Wロープ	Sロープ	Wロープ	Sロープ	Wロープ	Sロープ	Wロープ	Sロープ
1	青梅市御岳	12	10	2:10	2:03	0:10	0:53	2:20	2:56	8:30	9:29
2	あきる野市引田A	27	27	0:41	1:08	0:05	0:25	0:46	1:33	2:27	3:48
3	あきる野市引田B	7	7	1:24	1:30	0:04	0:26	1:28	1:56	3:38	4:56
	平均	-	-	1:25	1:34	0:06	0:35	1:31	2:08	4:52	6:04
	t検定	-	-	ns	ns	*	*	**	**		

注) \*\*は1%水準で、\*は5%水準で有意差あり。nsは有意差なし。