

持続可能な森林施業に適した伐出方法に関する研究

更新を前提とした小面積皆伐の試み

誌名	愛媛県林業技術センター研究報告 = Bulletin of the Ehime Prefectural Forest Research Center
ISSN	13489534
著者名	谷山, 徹 木村, 光男 豊田, 信行
発行元	愛媛県林業技術センター
巻/号	26号
巻号補足	
掲載ページ	p. 27-35
発行年月	2008年1月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



持続可能な森林施業に適した伐出方法に関する研究 — 更新を前提とした小面積皆伐の試み —

谷山 徹*・木村光男・豊田信行

Tooru TANIYAMA*, Mitsuo KIMURA and Nobuyuki TOYOTA

主伐に達した森林資源の持続的な利用を図っていくため、皆伐からスギ・ヒノキ一斉人工造林という従来の施業体系を見直し、自然環境に配慮した単木的な抜き切りや小面積皆伐(群状や帯状伐採:面積概ね 0.1ha 以下)を実施した。その結果、小面積皆伐は単木伐採と比べて生産性で 1.3~1.4 倍高く、伐出コストで 2~3 割安く伐出できた。更に、ハーベスタ等の高性能林業機械を使用することにより、従来型林業機械より 1.4~1.6 倍の生産性を高めることができた。群状、帯状といった小面積皆伐は、機械化作業に適した施業方法であり、実行しやすい複層林施業として、今後期待される。

キーワード — 長期育成循環施業、小面積皆伐、高性能林業機械、伐出コスト

1. 緒言

県民の意識が快適で安心できる暮らしや、心の豊かさを重視する方向へ変化しており、森林に対しても公益的機能の発揮や、地球温暖化防止に向けての森林の役割等、関心が一層高まっている。このような中、本県のスギ・ヒノキ人工林は、民有林面積の 62% を占め、9 齢級(40~45 年生)をピークにピラミッド状を呈し、収穫期を迎えようとしている。しかし、長引く木材価格の低迷や後継者不足、森林作業員の高齢化、減少等で放置森林が増加し、持続可能な森林経営・管理が大変危惧される状況にある。

平成 13 年度から始まった林野庁の長期育成循環施業は、単木的な抜き伐りや群状・帯状といった伐採方法で森林を複層状態に誘導し、下層木を植栽して上層木を循環的に伐採、利用できる持続可能な施業方法であるが、本県においては、実施事例が少ない。

本研究では、皆伐からスギ・ヒノキ一斉人工造林という従来の施業体系を見直し、50 年生以上の人工林を対象に、更新を前提とする群状伐採や帯状伐採(本研究では小面積皆伐とし、概ね 0.1ha/伐区)を実施し、生産性や伐出コストを調査したので概要を報告する。

なお、この研究は、国補事業「新技術研究成果現地実証事業」(平成 14 年度~18 年度)の中で行ったものである。

2. 調査箇所及び方法

愛媛県久万高原町の 4 箇所に試験地(表-1)を設け、小面積皆伐区と単木伐採区(対照区)を設定し、小面積皆伐の大きさ、車両系機械と架線系機械、従来型機械と高性能林業機械の違いによる生産性や伐出コストについて調査した。各試験地における生産性を算出するため、地況・林況調査、出材量を調査すると共に、ビデオカメラの撮影を行い、人・機械の作業内容を記録し時間分析等を行った。伐出コストの計算に必要な諸評価値(償却費、管理費、保守・修理費、燃料・油脂費)は、井上ら(2001)を参考に算出した(表-2)。

更に、搬出に使用した作業道(幅員 3m)、林内作業車道(幅員 2m、2.5m)の開設単価を調査すると共に、県内で高性能林業機械等を使用して実施された皆伐作業について、生産性と伐出コストを調査した。

2.1 従来型車両系機械による小面積皆伐試験 1

試験地 1 は、愛媛県久万高原町町有林のヒノキ(一部スギ)人工林 64 年生、面積 2.4ha、平均胸高直径 37cm、立木密度 387 本/ha の林分において、小面積皆伐区(15m×15m、20m×20m、25m×25m の伐採区をそれぞれ 2 箇所:写真-1)と単木伐採区 2 箇所、無伐採区を設け(表-3、図-1)、生産性や伐出コストについて調査した。小面積皆伐の伐採面積の大きさは、樹高の約 0.7 倍の 15m、樹高程度の約 20m、樹高の約

1.2 倍の 25m とした。

伐採前に、安全性や作業能率を高めるため「雑刈り」と称した下刈りが行われることがあり、今回設定した小面積皆伐区と単木伐採区において、下刈りの有無による作業能率及び安全性についても調査を行った。

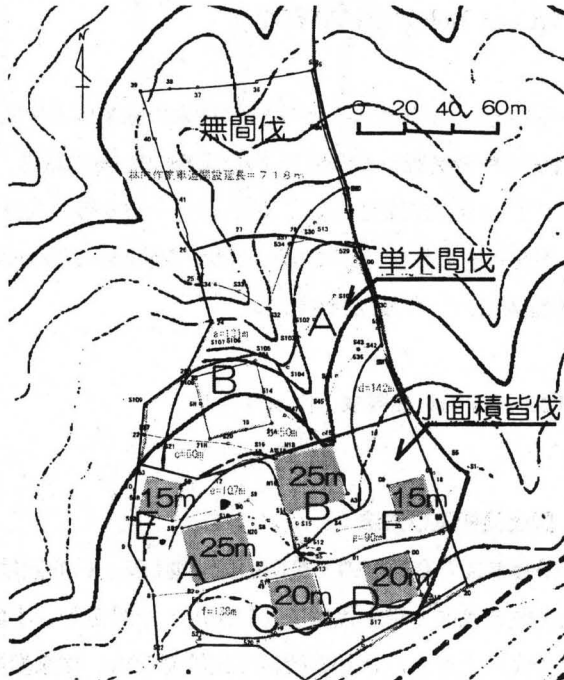


図-1 試験地1の概要図

作業システムは、地形傾斜が比較的緩やかであったこと、伐採木がヒノキで枝の径が大きかったことから、主に、従来型車両系機械の組み合わせで 3t クラスのグラップルローダーとチェンソーによる伐木造材、3t 積みフォワードによる搬出とした（図-2：写真-2）。

なお、搬出作業等に使用した林内作業車道（幅員 2.5 m）は、路網密度 330m/ha で開設し、山土場までの集材距離は約 300m であった。

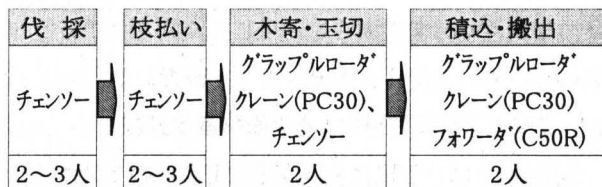


図-2 作業システム(試験地1)

小面積皆伐区での伐採は、伐採木がヤガラ状に重ならないよう伐区の半分を伐木造材した後、残りの半分を伐採した。また、単木伐採区でも、伐採木が掛かり木にならないよう林内作業車道より上側を先に伐木造材した後、林内作業車道の下側を伐採することとした。

2.2 従来型車両系機械による小面積皆伐試験2

試験地 2 は、愛媛県久万高原町民有林のスギ（一部ヒノキ）人工林 67 年生、面積 0.2ha、平均胸高直径 32cm、立木密度 571 本/ha の林分において、作業道（幅員 3.0m）沿いに小面積皆伐区（15m×25m の伐採）と単木伐採区をそれぞれ 1 箇所設定し（表-4）、伐出の生産性や伐出コストについて調査した。作業システムは、図-3 のとおりである。

搬出作業等に使用した作業道は、路網密度 50m/ha、山土場までの集材距離は約 50m であった。

表-4 試験地2の概要

	単位	小面積皆伐区	単木伐採区
伐採面積	m ²	400	1,200
立木密度	本/ha	575	566
伐採率(本数)	%	100	34
幹材積	m ³ /本	1.037	0.869
平均胸高直径	cm	33.8	31.3
平均樹高	m	26.3	25.6
平均傾斜	度	35	35
平均木寄距離	m	15	14

従来型車両系システム

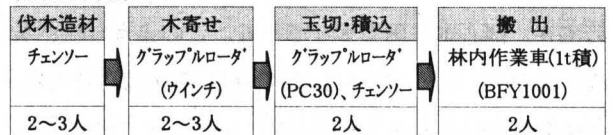


図-3 作業システム(試験地2)

2.3 架線系高性能林業機械による小面積皆伐試験

試験地 3 は、愛媛県久万高原町民有林のスギ、ヒノキ人工林 69 年生、面積 0.5ha、平均胸高直径 25cm、立木密度 399 本/ha の林分において、帯状伐採区（伐採巾 15m、伐採長 80m）、群状伐採区（半径約 15m 円 2 か所）、単木伐採区を 1 箇所設定し（表-5、図-4）、伐出の生産性、伐出コストについて調査した。

表-5 試験地3の概要

	単位	帯状伐採区	群状伐採区	単木伐採区
伐採面積	m ²	1,200	710	2,500
立木密度	本/ha	383	401	412
伐採率(本数)	%	100	100	50
幹材積	m ³ /本	0.513	0.396	0.433
平均胸高直径	cm	27.1	24.1	25.4
平均樹高	m	18.8	17.8	18.1
平均傾斜	度	28	34	30
スパン長	m	81	74	81

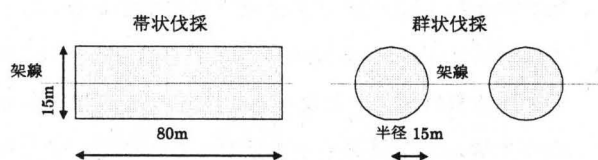


図-4 帯状・群状伐採模式図

作業システムは、図-5のとおりで、架線集材にハイブリッド式のスイングヤーダ（アタッチメントにプロセッサ搭載：写真-3）を使用し、ランニングスカイライン方式（写真-4）で集材を行い、作業道（幅員 3.0 m）にて造材・積み込み作業を行った。

戸田ら（1996）は、主索式タワーヤーダを使用した群状択伐作業を実施し、伐区内の伐倒や横取り作業は容易に行えたと報告がある。今回は、ランニングスカイライン方式による帯状・群状伐採を実施し、横取り作業について調査を行った。伐採帯幅は、スイングヤーダで集材後、作業道上で材の方向転換が容易にできる幅とし、樹高の約 2/3 となるよう 15mに設定した。また、伐採帯の方向は、集材が容易に行えるよう斜面傾斜方向で上荷集材とした。スイングヤーダによる集材は、概ね 80m のスパン長においてコストが安くなる（谷山 2005）ことから、先柱からスイングヤーダのスパン長を約 80m とした。

作業道は、路網密度 80m/ha で開設し、山土場までの集材距離は約 500mであった。

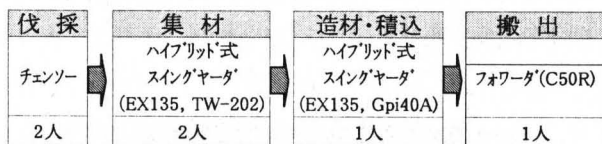


図-5 作業システム（試験地 3）

2.4 車両系高性能林業機械等による小面積皆伐試験

試験地 4 は、愛媛県久万高原町有林のスギ人工林 51 年生、面積 1.0ha、平均胸高直径 30cm、立木密度 694 本/ha の林分において、小面積皆伐区（20m×20m の伐採区 2 箇所）と単木伐採区（2 箇所）を設定した（表-6）。作業システムは、従来型車両系システム（写真-5）と高性能林業機械のハーベスタ（写真-6）を使用したシステムとし（図-6）、使用機械別、伐採方法の違いによる生産性、伐出コストについて調査した。更に、チェンソーとハーベスタ造材の直材率について調

査した。搬出は、集材距離が 200m 以下と短いこともあり、1t 積み林内作業車を使用した。

なお、搬出作業等に使用した林内作業車道（幅員 2.5 m）は、路網密度 300m/ha で開設し、山土場までの集材距離は約 200mであった。

ハーベスタ作業の手順として、単木伐採区では林内作業車道（W=2.5m）から約 3～4m 付近をハーベスタで伐木造材し、それ以外の伐採木については、チェーンソーによる伐採を行った。また、小面積皆伐区においても、ハーベスタで届く範囲は伐木造材し、残りをチェーンソーにより伐採した。

表-6 試験地 4 の概要

	単位	小面積皆伐区	単木伐採区
対象面積	m ²	6,500	3,300
伐採面積	m ²	800	3,300
立木密度	本/ha	694	694
伐採率(本数)	%	100	27
幹材積	m ³ /本	0.721	0.640
平均胸高直径	cm	31.2	31.3
平均樹高	m	21.0	29.4
平均傾斜	度	35	20
集材距離	m	200	150

従来型車両系システム

伐木造材	木寄せ	玉切・積込	搬出
チェンソー 2～3人	グラップルローダ（ウインチ） 2～3人	グラップルローダ（PC30）、チェンソー 2人	林内作業車(1t積)（BFY1001） 2人

高性能林業機械等車両系システム

伐採	木寄せ・造材	積込	搬出
チェンソー ハーベスタ 2～3人	ハーベスタ、（GP25F） 1人	グラップルローダ（PC30） 1人	林内作業車(1t積)（BFY1001） 2人

図-6 作業システム（試験地 4）

2.5 作業道及び林内作業車道開設調査

作業道（幅員 3.0m）及び林内作業車道（幅員 2.0 及び 2.5m）の開設実態を把握するため、久万高原町及び大洲市において平成 13～15 年度に補助事業（県及び町単独）で開設された作業道（幅員 3.0m）14 路線、林内作業車道 53 路線（幅員 2.0m：38 路線、2.5m：15 路線）について、開設単価と平均傾斜を調査した。

2.6 皆伐作業の生産性及び伐出コスト調査

県内の高性能林業機械等を使用した皆伐作業の実態を把握するため、森林組合等に聞き取り調査を行った。

3. 調査結果と考察

3.1 従来型車両系機械による小面積皆伐試験 1

調査の結果、伐採から集材（山土場）までの生産性は小面積皆伐区 $5.3\text{m}^3/\text{人日}$ > 単木伐採区 $4.0\text{m}^3/\text{人日}$ となり、約 1.3 倍小面積皆伐区の方が高かった（表-7）。また、小面積皆伐の伐採面積別では、20m伐採区 $5.9\text{m}^3/\text{人日}$ > 25m伐採区 $5.3\text{m}^3/\text{人日}$ > 15m伐採区 $4.8\text{m}^3/\text{人日}$ となった（図-7）。小面積皆伐区の 25×25m伐採区は、伐採木の根元付近に腐りが多く、利用率（出材積/伐採材積）が低かったこと等により、20×20m伐採区より生産性が低い結果となった。小面積皆伐 15×15m伐採区においては、伐採時に掛かり木が発生したため作業に時間を要し、生産性が低い結果となった。

表-7 従来型車両系による小面積皆伐と単木伐採の試験結果

試験区	面積 (m^2)	下刈	傾斜 (度)	出材積 (m^3)	生産性 ($\text{m}^3/\text{人日}$)	経費 ($\text{円}/\text{m}^3$)
小皆伐区A	625 (25×25)	有	16	19.8	5.5	3,865
小皆伐区B	625 (25×25)	無	28	16.1	5.1	4,191
小皆伐区C	400 (20×20)	有	22	11.2	5.8	3,716
小皆伐区D	400 (20×20)	無	23	12.5	5.9	3,549
小皆伐区E	225 (15×15)	有	20	6.0	4.9	4,266
小皆伐区F	225 (15×15)	無	18	4.9	4.6	4,785
(合計・平均)	2500	-	21.2	11.8	5.3	4,062
単木伐採区A	3470	有	22	28.5	3.8	5,650
単木伐採区B	4499	無	23	31.5	4.2	5,484
(合計・平均)	7969	-	22.5	30.0	4.0	5,567

※生産性は山土場まで（集材距離300m）、経費は林内作業車道開設は除く。

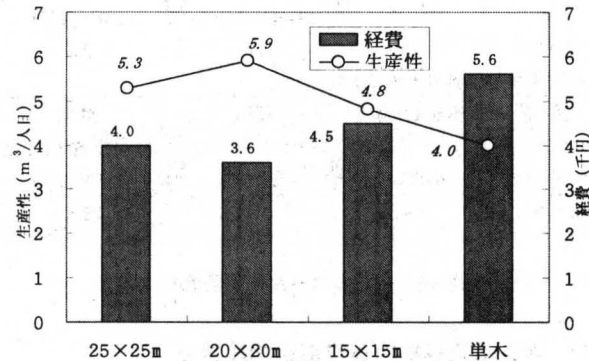


図-7 小面積皆伐と単木伐採の生産性と経費

伐出コストは、単木伐採区 $5,567\text{円}/\text{m}^3$ > 小面積皆伐区 $4,062\text{円}/\text{m}^3$ （林内作業車道開設費は除く）となり、小面積皆伐区の方が約 3 割安く伐出できた。

下刈りの有無による作業能率や安全性を調査した結果、生産性に大きな違いは見られなかった。また、全面下刈り作業を行わなくても伐採木の周り（待避箇所）を下刈りすることで安全に伐採することができた。

3.2 従来型車両系機械による小面積皆伐試験 2

調査の結果、生産性は小面積皆伐区 $4.4\text{m}^3/\text{人日}$ > 単木伐採区 $3.2\text{m}^3/\text{人日}$ となり、小面積皆伐区の方が約 1.3

倍高かった（図-8）。山土場までの伐出コストは、単木伐採区 $4,403\text{円}/\text{m}^3$ > 小面積皆伐区 $3,055\text{円}/\text{m}^3$ （作業道開設費は除く）となった。試験地 2 では、急傾斜地で木寄せや採材に上下移動が多く、時間と労力を要した。

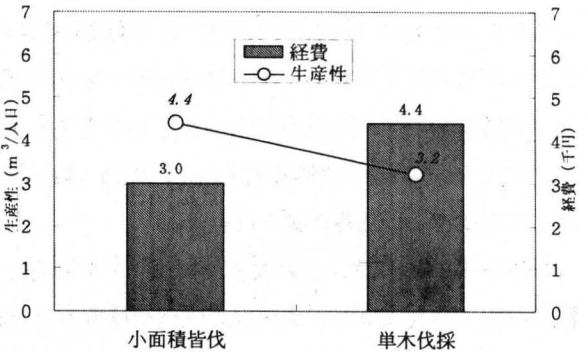


図-8 小面積皆伐と単木伐採の生産性と経費

3.3 架線系高性能林業機械による小面積皆伐試験

調査の結果、地形傾斜や伐採木の大きさに差はあるものの、群状伐採区 $4.8\text{m}^3/\text{人日}$ > 带状伐採区 $4.6\text{m}^3/\text{人日}$ > 単木伐採区 $3.7\text{m}^3/\text{人日}$ となり、単木伐採区と比べて群状・带状伐採区の方が約 1.3 倍高かった（表-8）。また、山土場までの伐出コストは、単木伐採区 $9,279\text{円}/\text{m}^3$ > 带状伐採区 $6,712\text{円}/\text{m}^3$ > 群状伐採区 $6,634\text{円}/\text{m}^3$ （作業道開設費は除く）となった。群状伐採区の実績が最も高い結果となったが、平均集材距離が他の伐区と比べて短いことを考慮すると、概ね带状伐採区と同等の実績であった。

表-8 架線系高性能林業機械等の集材試験結果

	単位	带状伐採区	単木伐採区	群状伐採区
出材積	m^3	19.8	17.4	15.7
スパン長	m	81	81	74
平均集材距離	m	48	49	37
スイングヤード集材生産性	$\text{m}^3/\text{人日}$	7.4	5.8	8.3
全体生産性	$\text{m}^3/\text{人日}$	4.6	3.7	4.8
経費	$\text{円}/\text{m}^3$	6,712	9,279	6,634

図-9 は、スイングヤード集材における伐区毎の要素作業時間割合を示したもので、単木伐採区は带状伐採区と比べて先山において集材木の荷掛け直し等が多く発生し、時間を要する結果となった。これは、架線まで横取りする時、立木損傷回避等を行うため多くなったものと思われる。単木伐採区の出材時間が他の伐区と比べて少なかったのは、土場の地形が緩く作業性が

良かったこと、集材木を3～4本ためて造材作業が容易に行われたことによるものと思われる。

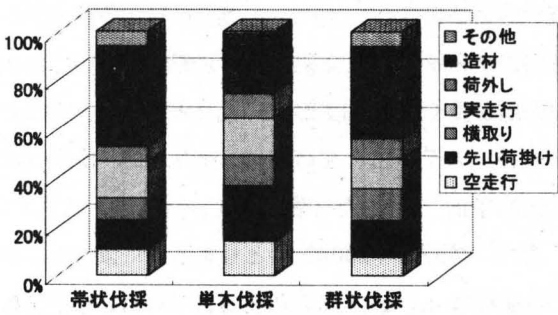


図-9 スイングヤーダ集材の要素作業時間割合

架線系の高性能林業機械である主索式タワーヤーダを使用した集材事例では、群状伐採は定性間伐に比べて生産性をあげることができた（戸田ら 1996）が、今回調査したスイングヤーダ集材においても同じ結果が得られた。また、ランニングスカイライン方式による帯状・群状伐採では、先柱の位置を高くすることで、架線を張り替えることなく横取り作業が行えた。

3.4 車両系高性能林業機械による小面積皆伐試験

調査の結果、従来型車両系システムの生産性は、小面積皆伐区 5.9m³/人日>単木伐採区 4.3m³/人日となり、小面積皆伐の方が約 1.4 倍高かった。また、山土場までの伐出コストは、単木伐採区 5,348 円/m³>小面積皆伐区 4,244 円/m³（林内作業車道開設費は除く）となり、小面積皆伐区の方が約 2 割安かった（表-9）。

一方、高性能林業機械等システムの生産性は、小面積皆伐区 8.0m³/人日>単木伐採区 6.9m³/人日となり、小面積皆伐の方が約 1.2 倍高かった。伐出コストは、単木伐採区 4,145 円/m³>小面積皆伐区 3,482 円/m³（林内作業車道開設費は除く）となり、小面積皆伐区の方が約 2 割安かった。

従来型車両系システムと高性能林業機械等システムを比較すると、生産性では単木伐採区でハーベスタシステムの方が約 1.6 倍高く、伐出コストでは約 2 割安くなった。また、小面積皆伐区はハーベスタシステムの方が生産性で約 1.4 倍高く、伐出コストで約 2 割安くなった。単木伐採区では、林内作業車道林縁(3～4m)をハーベスタで伐採することにより、楽に早く伐採することができ、更にチェーンソーの伐採も掛かり木にならずスムーズに作業できた。

表-9 作業システム別、伐採方法別の生産性、経費の結果

作業システム	伐採方法	出材積 (m ³)	生産性 (m ³ /人日)	伐出経費 (円/m ³)
グラップルローダシステム	単木伐採区	11.9	4.3	5,348
	小面積皆伐区	16.2	5.9	4,244
ハーベスタシステム	単木伐採区	13.7	6.9	4,145
	小面積皆伐区	15.2	8.0	3,482

更に、玉切り材の直材率を比べると、ハーベスタはチェーンソーに比べて約 16%低い結果となり、m³当たりの売上げが低かった（表-10）。従来型車両系システムは、グラップルローダで木寄せを行いながら木の曲がり具合を確認してチェーンソーで玉切ることから直材率が高まったものと思われる。m³当たりの利益を比較すると、トータル的には高性能林業機械等システムの方が若干多い結果となった。

表-10 作業システム別の直材率と利益比較

作業システム	伐採方法	m ³ 当売上 (円/m ³)	直材率 (%)	m ³ 当利益 (円/m ³)	m ³ 当利益比較
グラップルローダシステム	単木伐採区	11,628	50.0	6,280	1.00
	小面積皆伐区	11,860	59.3	7,616	1.00
ハーベスタシステム	単木伐採区	10,404	37.4	6,259	1.00
	小面積皆伐区	11,319	39.7	7,837	1.03

次に、ハーベスタ作業による胸高直径別の伐木造材作業時間を見ると、胸高直径が大きくなるにつれ伐木造材作業に要する時間が長くなる傾向にあるが、バラツキが大きい結果となった（図-10）。これは、造材後の末木枝条整理が1本毎に行われるのではなく、何本か造材してまとめて行われること、ハーベスタの移動距離等によるものと思われる。

ハーベスタの伐木造材の要素作業内訳を見ると、主に造材 42%、木寄せ 21%、伐倒 18%であった（図-11）。ハーベスタの作業能率を高めるため、伐木造材作業時間の割合を高めることが重要と思われる。

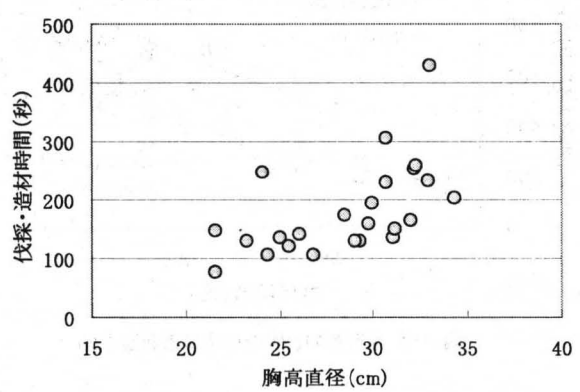


図-10 ハーベスタによる伐木造材作業時間

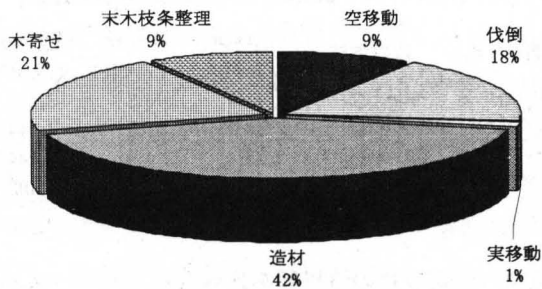


図-11 ハーベスタ伐木造材要素作業別内訳

3.5 作業道及び林内作業車道開設調査

調査の結果、作業道（幅員3.0m）の開設単価は、図-12に示すように地形傾斜が急になるほど指数関数的に開設単価が高くなる傾向となった。また、林内作業車道の開設単価についても、図-13に示すように幅員2.5m、2.0mそれぞれ地形傾斜が急になるほど指数関数的に高くなる傾向となった。

岡ら（2003）の報告では、地形傾斜と設計速度を用いた開設単価の予測式を求めており、今回調査を行った作業道及び林内作業車道の開設単価は予測式に近い値であった。

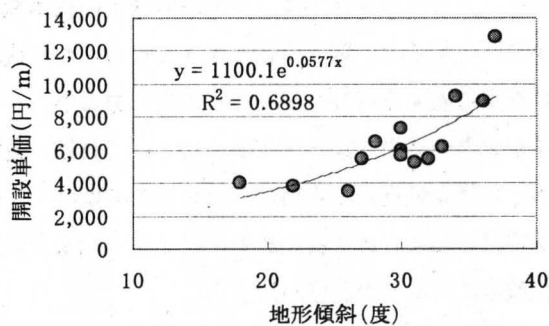


図-12 地形傾斜と作業道開設単価

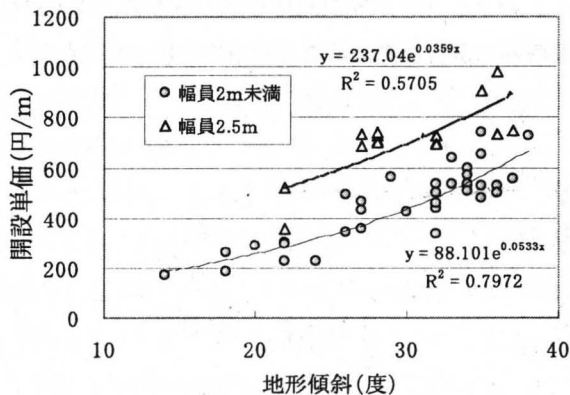


図-13 地形傾斜と林内作業車道開設単価

3.6 皆伐作業の生産性及び伐出コスト調査

高性能林業機械等を使用した皆伐作業の聞き取り調査の結果、架線系システム 4 箇所、車両系システム 2 箇所のデータを得た。架線系システムにおいては、集材距離が長く生産性は $2.4\text{m}^3/\text{人日}$ と低かった。また、車両系システムは、生産性 $5.3\text{m}^3/\text{人日}$ 、伐出コスト $3,250\text{円}/\text{m}^3$ であった（表-11）。

また、林野庁（2004）のとりまとめによると、皆伐の生産性は $4.1\text{m}^3/\text{人日}$ と報告されており、小面積皆伐と直接比較はできないが、皆伐作業の生産性や伐出コストに近い値が今回の調査で得られた。

表-11 皆伐作業の聞き取り調査結果

番 号	1	2	3	4	5	6
集材方法	架線系	架線系	架線系	架線系	車両系	車両系
実施場所	西条	西条	西条	西条	伊予三島	西条市
林 種	スギ・ヒノキ	スギ	スギ・ヒノキ	スギ	スギ	スギ
	混合割合	85:15	100	95:5	100	100
況 林齢（年生）	43	40	40	38	45	46
	面積	1.27	0.55	1.92	4.79	1.5
システム	（伐木）	チェンソー	チェンソー	チェンソー	チェンソー	チェンソー
	（造材）	プロセッサ	プロセッサ	プロセッサ	プロセッサ	プロセッサ
	（集材）	集材機	集材機	集材機	集材機	グラブ・ローダー→グラブ・ローダー
集材距離(m)	1000	1000	800	1200	50	100
出材量 (m ³)	320	122	446	1,041	700	715
生産性	2.4	2.4	2.4	2.2	4.3	6.3
伐出経費	5,260	5,278	5,261	5,559	3,500	3,000

4. 結言

今回、調査を行った小面積皆伐試験結果等から、次のことがわかった。

- ① 高性能林業機械等を使用した小面積皆伐は、単木伐採より生産性を高め、伐出コストの軽減を図ることができた。
- ② 小面積皆伐の生産性を高めるため、車両系システムにおいては高密度の路網整備が必要である。
- ③ 小面積皆伐は、複層林上木の伐出コストに比べて安価に伐出できた（複層林上木の伐出コスト：車両系システム約 $6,200\text{円}/\text{m}^3$ 、架線系システム約 $12,900\text{円}/\text{m}^3$ ：戸田 1994、1997 及び谷山 2004）。
- ④ 群状・帯状伐採といった小面積皆伐は、機械化作業に適した施業方法で、面的な複層林へ展開しやすい。
- ⑤ 小面積皆伐の 1 伐区の適切な大きさは、生産性、伐出コスト、林分や土壌浸食等、全体的な評価をもって決定すべきであるが、現状の機械性能の面から樹高程度以上の大きさが必要である。

謝辞－現地調査に当たり、快く伐出作業及び時間観測調査等にご協力いただいた(株)「いぶき」の白川哲也氏及び現場社員の皆様、住友林業(株)新居浜事業所の伊藤利忠氏及び現場の皆様、(株)藤岡林業の藤岡雄二氏及び現場の社員皆様に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 井上源基・辻井辰雄ほか(2001) 機械化のマネジメント 社団法人全国林業改良普及協会 124-161
- 岡 勝・吉田智佳史ほか(2003) 地形傾斜と道路規格による作業路開設コストの予測手法の検討 日本林学会関東支部発表論文集 283-284
- 林野庁編(2004) 大型プロジェクト研究成果「機械化作業システムに適合した森林施業法の開発」 1-12
- 戸田正和(1997) 車両系集材機械システムによる複層林上木伐採技術の研究(I) 愛媛県林試研報 18 24-34
- 戸田正和・谷山 徹(1996) タワーヤードを使用した群状択伐集材作業について 機械化林業 513 31-37
- 戸田正和(1994) 複層林上層木の伐出技術－タワーヤードを使った事例－ 機械化林業 488 34-39
- 谷山 徹(2005) 間伐に高性能林業機械をどう活かせばよいか 森林科学 44 13-17
- 谷山 徹(2004) 複層林伐出技術の高度化を目指して 森林科学 41 35-41

表-1 試験地の概要

試験地番号	単位	試験地1	試験地2	試験地3	試験地4
調査年度		平成15年度	平成16年度	平成14年度	平成17年度
調査場所		久万高原町露峰	久万高原町菅生	久万高原町渋草	久万高原町東明神
標高	m	980	650	750	820
調査面積	ha	2.40	0.20	0.51	0.98
樹種		ヒノキ(一部スキ)	スキ(一部ヒノキ)	ヒノキ(8),スキ(2)	スキ
林齢		64年生	67年生	69年生	51年生
立木密度	本/ha	387	571	399	694
平均胸高直径	cm	37.0	32.6	25.3	30.1
平均樹高	m	20.7	26.0	18.2	20.6
幹材積	m ³ /ha	387	544	174	467
平均傾斜	度	22	35	31	25
路網密度	m/ha	330(W=2.5m)	50(W=3.0m)	80(W=3.0m)	300(W=2.5m)
集材距離	m	300	50	500	200
伐採方法		群+単	群+単	帯+群+単	群+単
作業機械		従来機械(車両系)	従来機械(車両系)	高性能林業機械 (架線系)	高性能林業機械 (車両系)
作業システム		伐(チ)+造(チ)+木寄 (ク)+搬(フ)	伐(チ)+造(チ)+木寄 (ク)+般(林)	伐(チ)+集(ハイ)+造材 (ハイ)+搬(フ)	伐造(ハ)+積込(ク)+ 搬(林)
作業人数		3~4人	3人	2人	3人
木寄方向		上荷、下荷	下荷	上荷	上荷、下荷

注) 群:群状伐採、帯:带状伐採、単:単木伐採、伐:伐採、造:造材、集:集材、搬:搬出
 (チ):チェーンソー、(ク):クラップルローダー(3~4t)、(フ):フォワーダ3t積、(ハイ):ハイブリットスイングヤーダ(12tクラス、プロセッサ搭載)
 (ハ):ハーベスタ(8tクラス)、(林):林内作業車1t積

表-2 伐出コスト計算に必要な諸評価値

作業機械	固定費		変動費	
	減価償却費 (円/時)	管理費 (円/時)	保守・修理費 (円/時)	燃料・油脂費 (円/時)
ハーベスタ(8tクラス)	3,295	693	1,757	521
ハイブリットスイングヤーダ(12tクラス)	2,976	815	1,257	912
クラップルローダー(3~4tクラス)	824	296	284	376
フォワーダ(3t積)	1,154	274	538	458
林内作業車(1t積)	556	120	370	121
チェーンソー	27	7	26	264

表-3 試験地1の概要

	単位	小面積皆伐区	単木伐採区	無伐採区
対象面積	m ²	10,942	7,969	5,124
伐採面積	m ²	2,500	7,969	0
立木密度	本/ha	354	411	395
伐採率(本数)	%	100	24	-
幹材積	m ³ /本	1.152	0.917	1.114
平均胸高直径	cm	39.3	35.0	38.6
平均樹高	m	21.4	20.6	21.2
平均傾斜	度	16	22	23
	単位	小面積皆伐区	単木伐採区	
林内作業車道開設延長	m	322	299	
林内路網密度	m/ha	294	374	



写真-1 小面積皆伐 (群状伐採 20×20m)



写真-2 グラップルローダ (3tクラス) とフォワーダ



写真-3 プロセッサ搭載スイングヤード



写真-4 ランニングスカイライン方式による集材



写真-5 グラップルローダとチェーンソーによる玉切り



写真-6 ハーベスタ (8tクラス) による伐採