

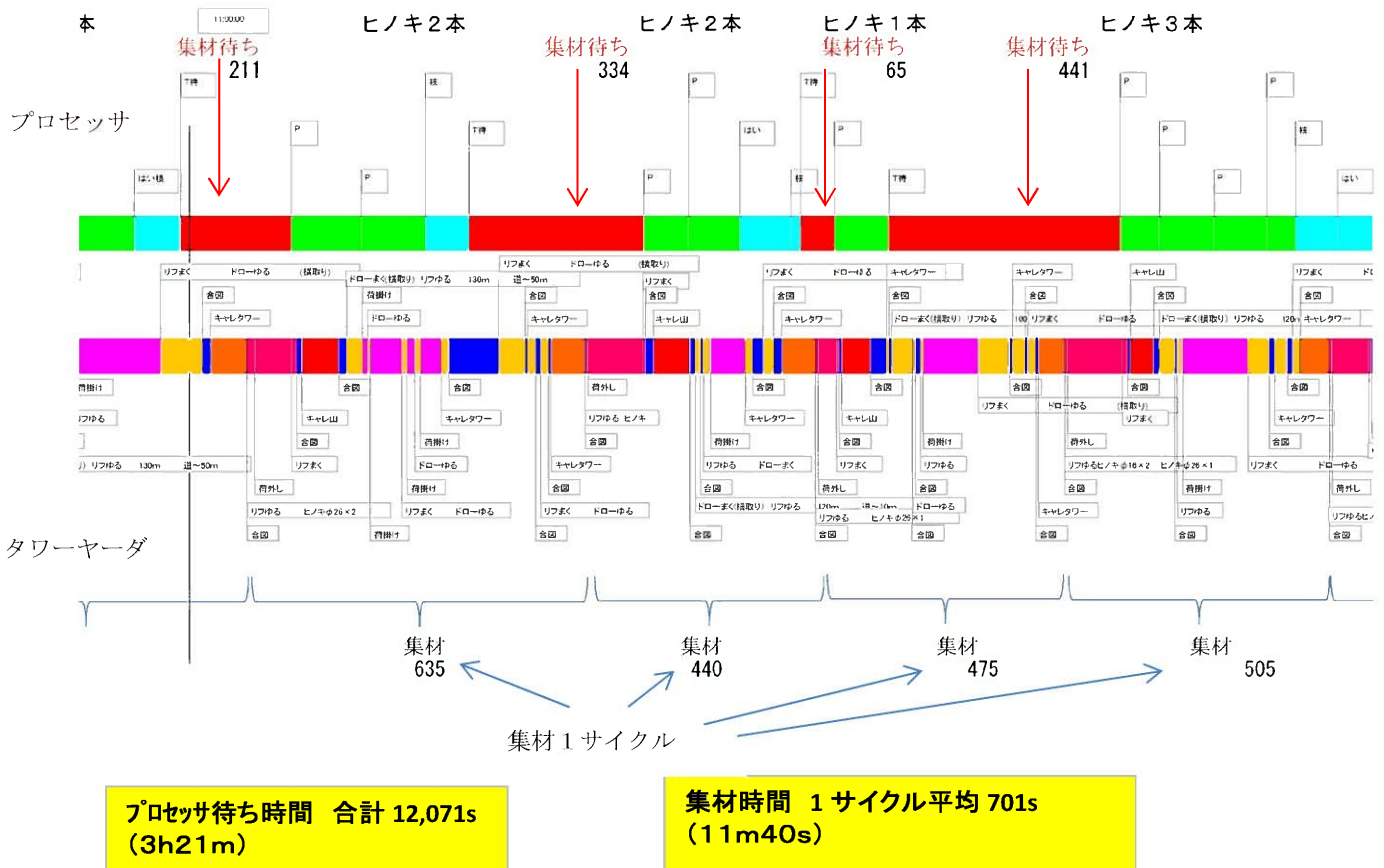
調査日ごとの集材木本数と、集材待ち、造材時間待ちをまとめた表を以下に示す。

月 日	スギ	ヒノキ	計	集材待ち	待ち	備 考	造材待ち
9月12日	33	17	50	325	3,755	スギ多い	670
9月14日	30	20	50	545	965	スギ多い	3,780
9月16日	0	40	40	0	3,700	ヒノキ多い(待ちは集材待ち)	0
9月21日	0	61	61	12,071	0	ヒノキのみ	50
10月4日	51	16	67	105	760	スギ多い	5,905
10月5日	5	47	52	2,095	5,910	ヒノキ多い	937
10月6日	0	46	46	4,265	5,545	ヒノキのみ	0
10月7日	0	15	15	15,692	486	本線より高い位置での集材で難航した	0
10月12日	0	16	16	4,655	0	ヒノキ多い	0
10月13日	52	0	52	1,085	1,945	スギのみ	1,480
計	171	278	449	40,838	23,066		12,822

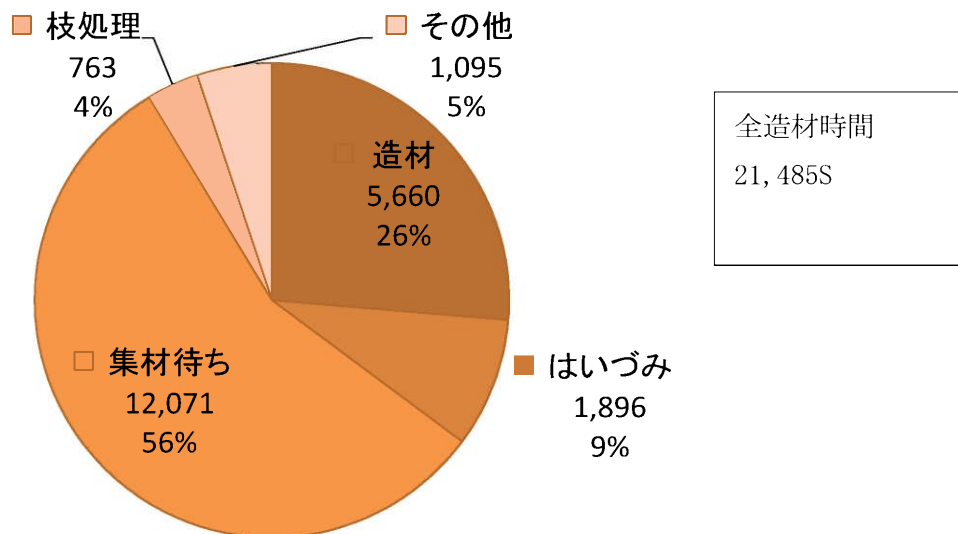
ヒノキが多い場合、集材待ちが多く、スギが多い場合は大径材、長尺材の造材待ちが多い。特に集材待ちで9月21日が顕著となっている。10月7日は本線よりも高い位置での集材で、切り株に荷が引っかかり難航したためもある。

このため、9月21日の集材、造材について、時系列分析を行った。

この日の集材待ちは、この日全体の作業時間の56%を占める。時系列分析したものを参考として示す。



この日の集材待ち時間合計は3時間21分に及び、前出円グラフの調査データの約3割にあたる。この日の造材はすべてヒノキで造材本数61本、材積27.969m³である。



集材待ちがない場合、1本あたり154sで造材が可能。
 この場合、 $21,485s \div 154s/本 = 139本$ (63.7m³)の造材が最大で可能となる。
 集材待ち時間1回あたり平均366s(35~927s)であるので、平均+2.4本ヒノキを複数荷掛けできれば、解消できたと考えられる。

また、今回のプロセッサのオペレータは、豊田森林組合でもトップレベルの技術者であり、造材処理時間が短いので、集材待ちが長くなったことも否めない。

また、集材待ちに比べ、造材待ちは少なかったが、集材木を離れた所へ積み、そこでチェーンソー造材することができれば解消に繋がると考えられる。

全体的に集材待ちの発生が抑えられたと仮定すると、造材は31m³/人日となり、全体は8.4m³/人日。

さらに加えて、造材待ちが抑えられたとすれば、集材は24.1m³/人日となり、全体は8.8m³/人日となる。

現場には、スギ、ヒノキの様々な径級のものが散在しているため、荷掛手が造材スピードや土場の状況等を考慮しながら、また、集材木は重なりあっているため、出せる木と本数を選択し、安全にも配慮しつつ荷掛を行うことが求められる。

<林齢による比較（試算）・・・林齢60年生の場合の試算>

今回は80～90年生の林分であったが、60年生を想定すると、9/21のデータが胸高直径平均 ヒノキ24cmであり、平均樹高H=17m（地位：中）であるので、おおよそこの日は60年生と見立てると、（全体のヒノキ胸高直径27cm）

この日の造材作業効率

$$27.969 \text{ m}^3 \div 21, 485 \text{ s} \times 3,600 \times 6.4 = 30.0 \text{ m}^3/\text{人日}$$

集材待ちを3割程度に抑えれば、 $27.969 \text{ m}^3 \div 13,035 \text{ s} (21,485 - 12,071 \times 0.7) \times 3,600 \times 6.4 = 49.4 \text{ m}^3/\text{人日}$ となる。

集材については、 $49.4 \div 2 \text{ 人} = 24.7$ とすれば、全体効率10.03m³/人日となる。

また、この林分が60年生当時の状況を以下の方法により推定した。

- ① 間伐（3割）を1回分実施前に戻す。

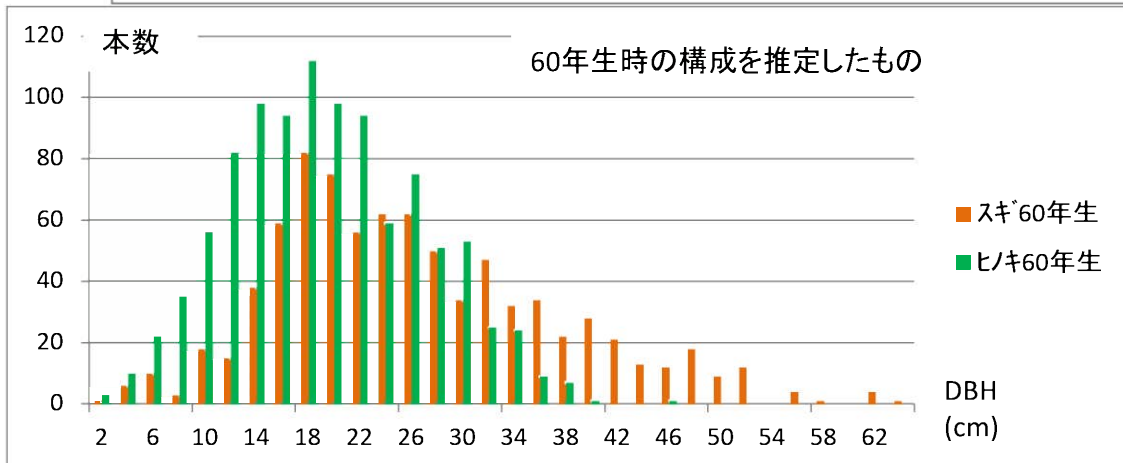
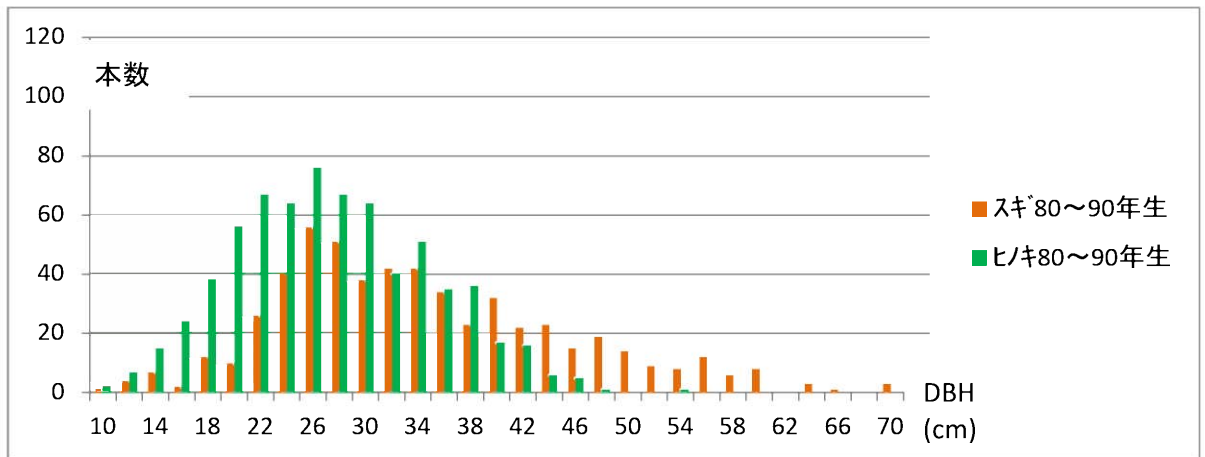
$$577 \text{ 本/ha} \div 0.7 \div 850 \text{ 本/ha}$$

- ② 収穫予想表から、60年生の樹高を推定し、密度管理図により、スギ、ヒノキごとの平均胸高直径を推定する。（地位3）

調査による平均DBHは、スギ35cm、ヒノキ27cmであり、60年生ではスギで△7cm、ヒノキで△5cmと推定した。

- ③ 上記②より、スギ平均DBH28cm、ヒノキ平均DBH22cmとなり、上記①と毎木調査結果から、胸高直径ごとの本数を1.47倍、さらにスギ、ヒノキの胸高直径を②により減じた。

そのときの胸高直径階ごとの本数分布は以下のとおりとなる。（面積は2.17ha）



この推定結果と、今回の売上単価実績により、60年生当時の本数は1,838本、材積812m³、売上金額11,920千円(税込)と推定された。(注：注文材(長尺材)の単価は除外した)
この試算結果による収支比較を以下に示す。

平成28年度循環型林業技術実証事業 実績と試算

①平成28年度 実証の結果

林齢	80~90年生(スギ・ヒノキ)
立木密度	577本/ha
木材生産量	1,009 m ³
面積	2.17 ha

労働生産性

8.0	実績	
	1m ³ あたり	人日あたり
売上高	17,450	
市場手数料	3,190	25,520
林産手数料	1,047	8,376
(売上高-手数料)	(13,213)	
利益還元	5,502	44,016
変動費		
運搬費・積込	1,898	15,184
燃料代	282	2,256
資材費	118	944
(小計)	(2,298)	
固定費		
人件費	2,411	19,288
機械経費	1,331	10,648
作業道	330	2,640
組合手数料	1,341	10,728
(小計)	(5,413)	
計	7,711	139,600

(木材生産コスト) 5,813

②60年生における試算(材積、売上)

林齢	60年生
立木密度	850本/ha
木材生産量	812 m ³
面積	2.17 ha

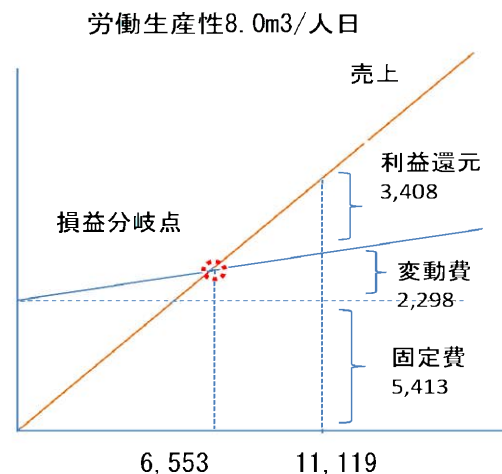
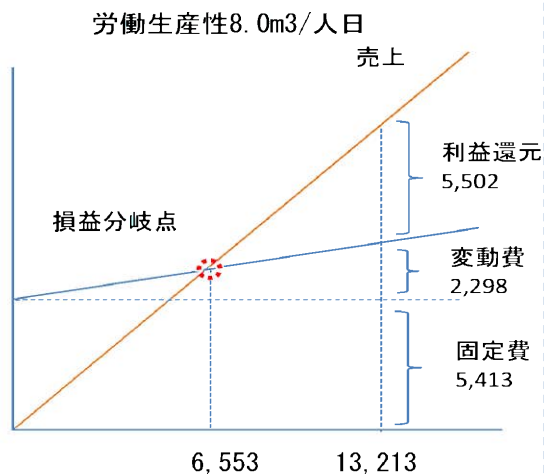
労働生産性

8.0	試算	
	1m ³ あたり	人日あたり
売上高	14,688	
市場手数料	2,688	
林産手数料	881	
(売上高-手数料)	(11,119)	
利益還元	3,408	27,264
変動費		
運搬費・積込	1,898	15,184
燃料代	282	2,256
資材費	118	944
(小計)	(2,298)	
固定費		
人件費	2,411	19,288
機械経費	1,331	10,648
作業道	330	2,640
組合手数料	1,341	10,728
(小計)	(5,413)	
計	7,711	88,952

5,813

18.3%
6%

※変動費は若干安くなるが、同じ数字を使用した。



※数字はm³あたり円
※売上は市場手数料、林産手数料を控除後の数字

※注：公表木材生産コスト6,300円/m³と500円/m³の差は、研修経費分に助成があるため。
今回の試算は研修助成一部含む木材生産コスト5,800円/m³ベースで試算している。

60年生での試算は売上が減少するため、利益還元額が約2,100円/m³減少する結果となった。
 また、作業性改善により、労働生産性が10.0m³/人日となった場合と、実績である8.0を比較したものを以下に示す。

②60年生における試算(材積、売上)

林齢 60年生
 立木密度 850本/ha
 木材生産量 812m³

労働生産性

8.0	試算	
	1m ³ あたり	人日あたり
売上高	14,688	
市場手数料	2,688	
林産手数料	881	
(売上高-手数料)	(11,119)	
利益還元	3,408	27,264
変動費		
運搬費・積込	1,898	15,184
燃料代	282	2,256
資材費	118	944
(小計)	(2,298)	
固定費		
人件費	2,411	19,288
機械経費	1,331	10,648
作業道	330	2,640
組合手数料	1,341	10,728
(小計)	(5,413)	
計	7,711	88,952

(木材生産コスト) 5,813

③60年生における試算+作業性改善後

林齢 60年生
 立木密度 850本/ha
 木材生産量 812m³

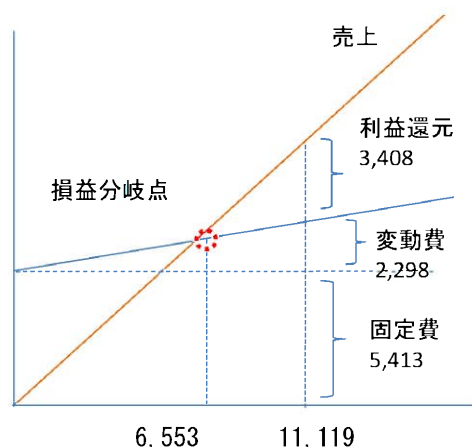
労働生産性

10.0	試算	
	1m ³ あたり	人日あたり
売上高	14,688	
市場手数料	2,688	
林産手数料	881	
(売上高-手数料)	(11,119)	
利益還元	4,503	66,168
変動費		
運搬費・積込	1,898	19,037
燃料代	282	2,828
資材費	118	1,184
(小計)	(2,298)	
固定費		
人件費	1,923	19,288
機械経費	1,062	10,648
作業道	263	2,640
組合手数料	1,070	10,728
(小計)	(4,318)	
計	6,616	166,417

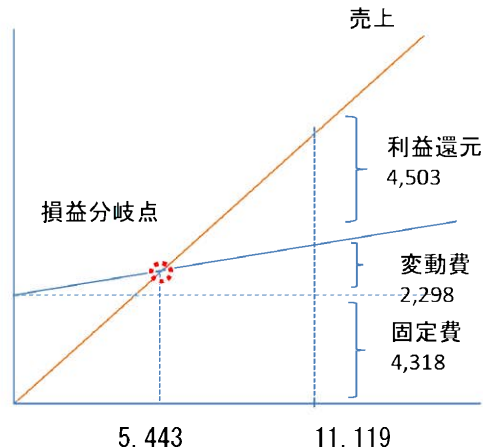
4,718

18.3%
6%

労働生産性8.0m³/人日



労働生産性10.0m³/人日



※数字はm³あたり円
 ※売上は市場手数料、林産手数料を控除後の数字

労働生産性がアップすれば、人件費、機械経費などの固定費が圧縮されるため、生産コストが約1,100円/m³縮減され、利益還元が増加する。

この条件で、利益還元額を今回の実証程度まで確保するためには、労働生産性を13.0m³/人日まで高める必要がある。試算結果は以下のとおり。

④60年生における試算+作業性改善後（同等の利益還元確保）

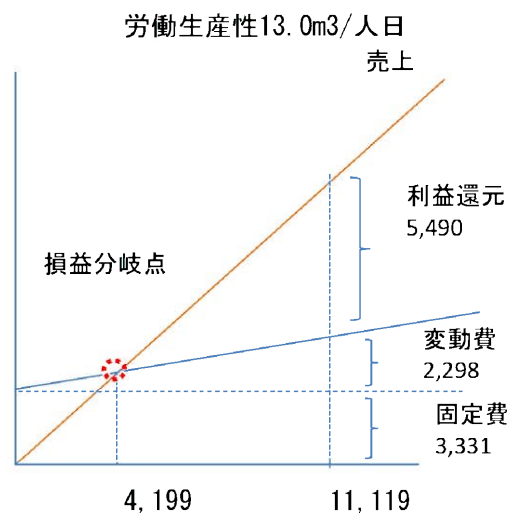
林齢 60年生
立木密度 850本/ha
木材生産量 812m³

労働生産性

13.0	試算	
	1m ³ あたり	人日あたり
売上高	14,688	
市場手数料	2,688	
林産手数料	881	
(売上高-手数料)	(11,119)	
利益還元	5,490	66,168
変動費		
運搬費・積込	1,898	19,037
燃料代	282	2,828
資材費	118	1,184
(小計)	(2,298)	
固定費		
人件費	1,484	19,288
機械経費	819	10,648
作業道	203	2,640
組合手数料	825	10,728
(小計)	(3,331)	
計	5,629	166,417

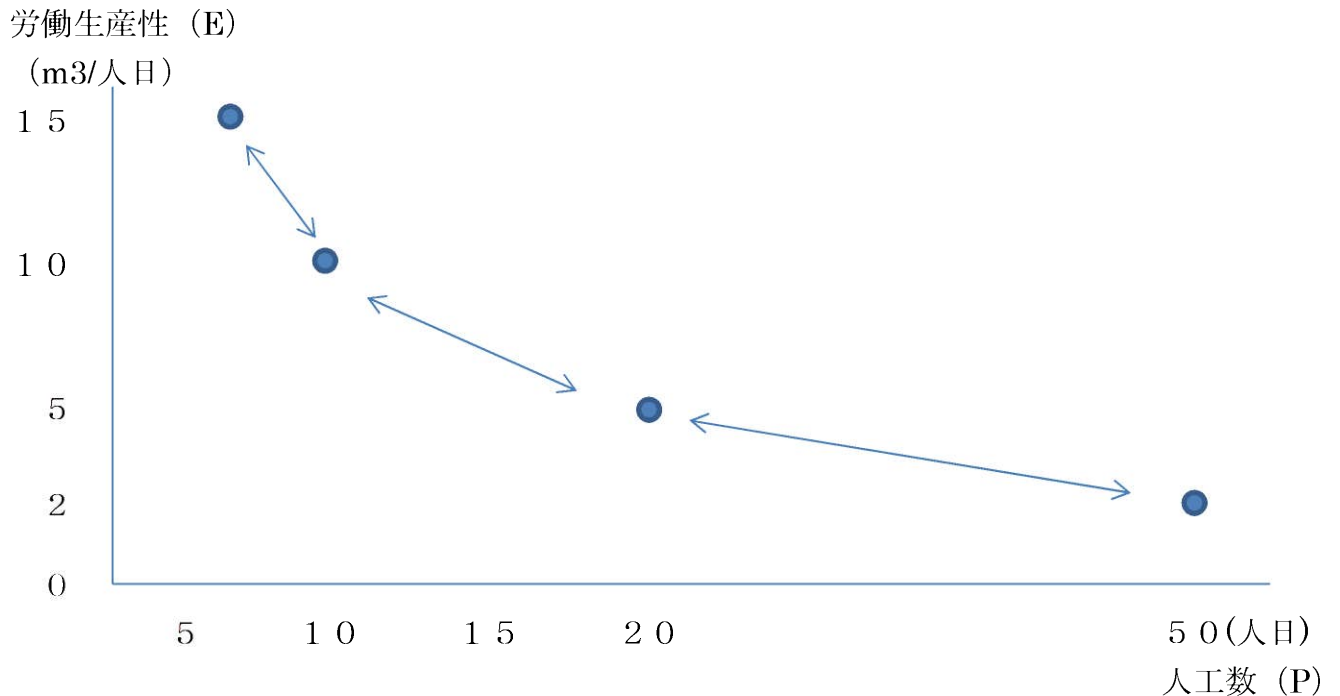
18.3%
6%

(木材生産コスト) 3,731



労働生産性は固定費を圧縮できるので、人件費自体を維持しながらコスト削減するためには有力な方法の一つである。しかし、高いレベルになるほど、達成は難しくなる。

ちなみに100m³木材を生産する場合に必要な人工数と労働生産性の関係は以下のとおりである。(P×E=100)



労働生産性が高いレベルであればあるほど、少し人工が余分にかかるだけで、労働生産性は反比例的に急激に減少する。

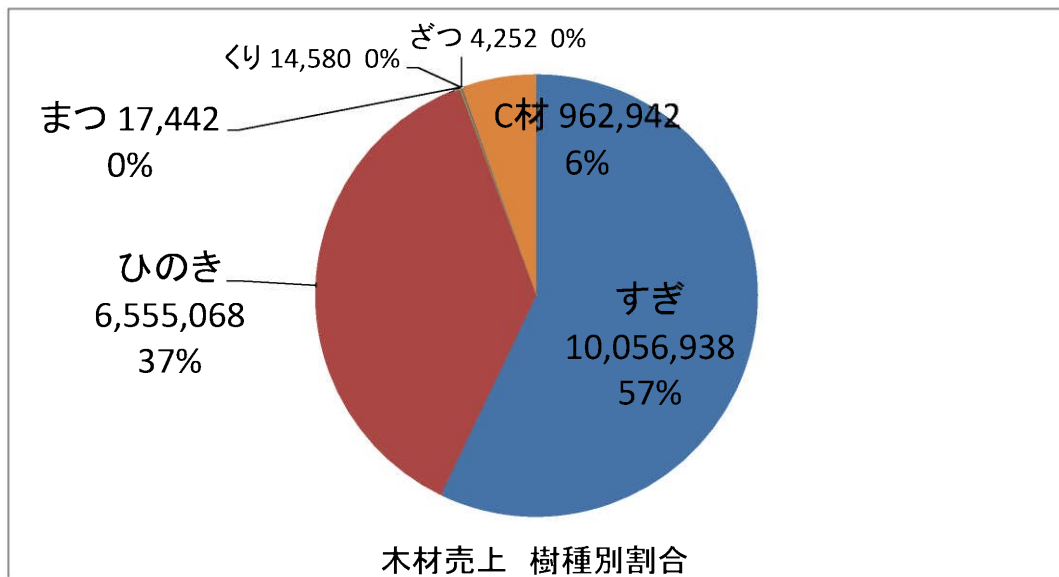
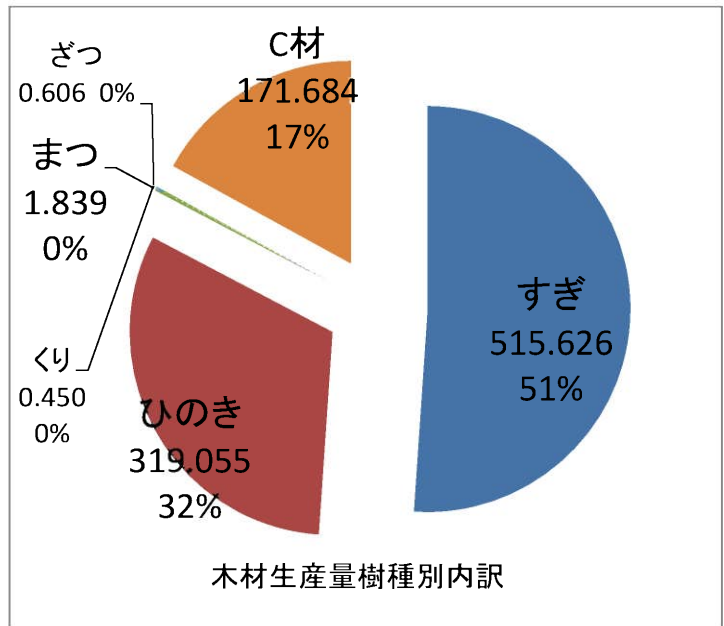
労働生産性を高めようとするほど、実労働時間を含めたシビアな工程管理、生産性を高める設備投資、技術力の養成、現場での工夫等が求められる。

5 木材売上について

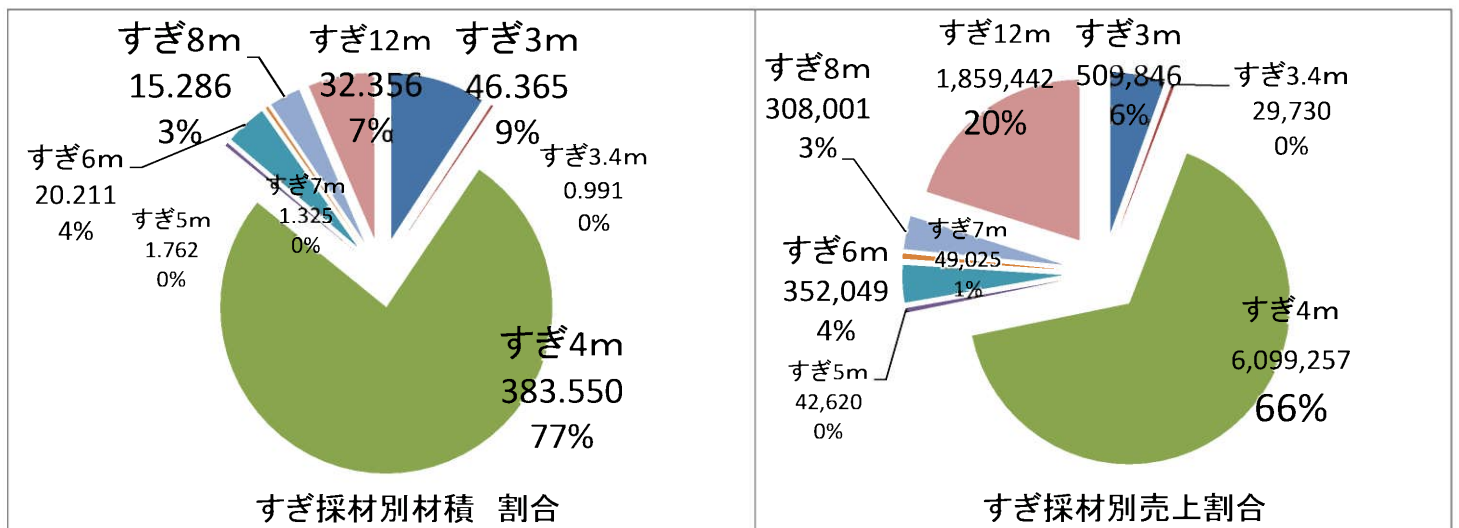
(1) 木材売上の樹種別内訳

(内訳)	材積(m3)	売上税込 (円)
すぎ	515.626	10,056,938
ひのき	319.055	6,555,068
まつ	1.839	17,442
くり	0.450	14,580
ぎつ	0.606	4,252
C材	171.684	962,942
計	1009.260	17,611,222

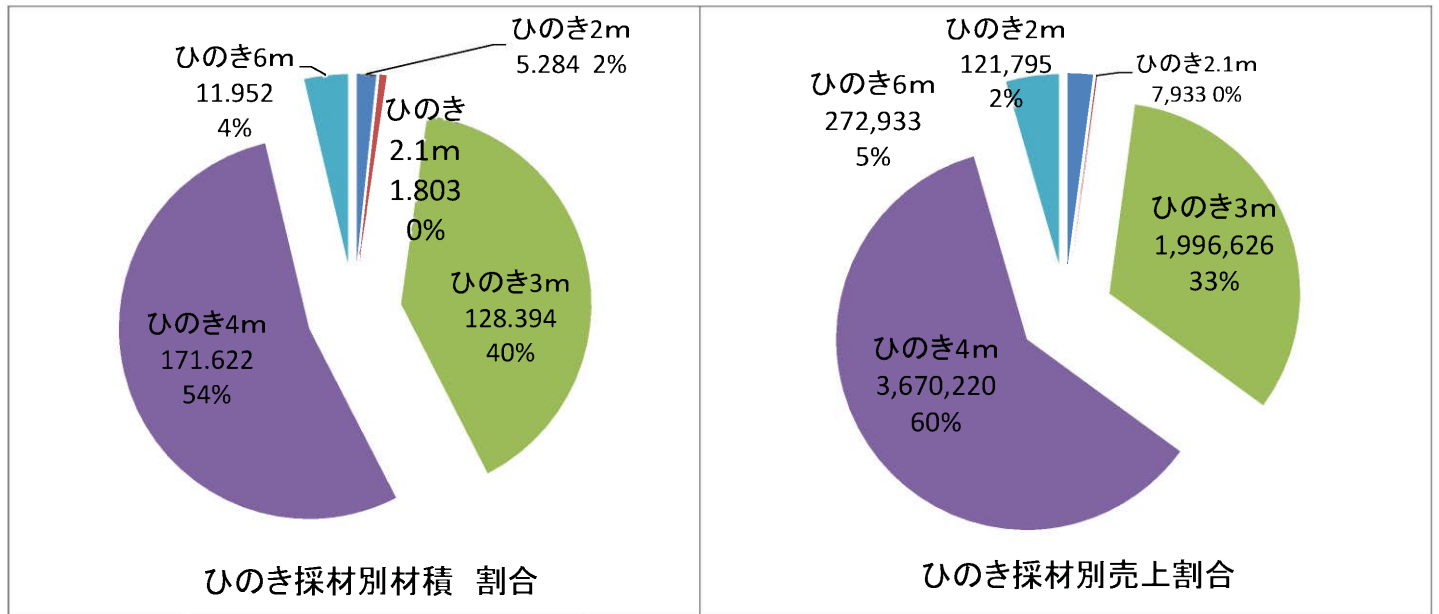
※それぞれの端数処理の関係で計は合わない。



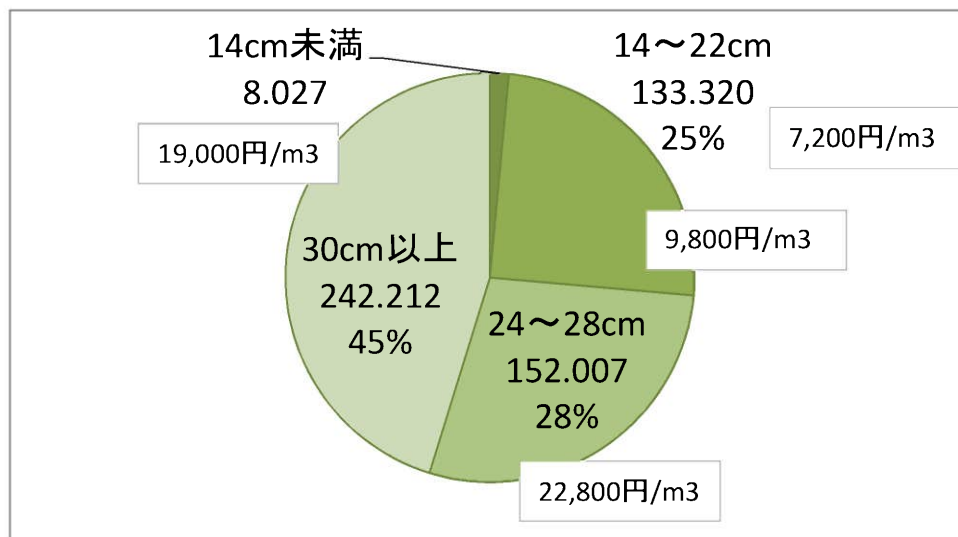
(2) すぎ採材別材積割合、売上割合



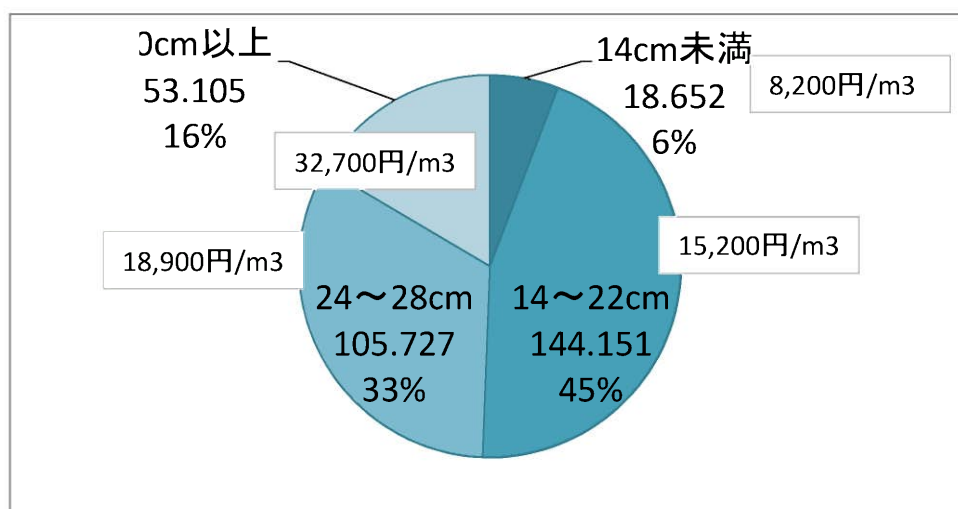
(3) ひのき採材別材積割合、売上割合



(4) すぎ径級別売上単価



(5) ひのき径級別売上単価



(6) 木材販売先

豊田原木流通センター（愛知県森林組合連合会）

豊田原木流通センター経由 ホルツ三河、東海木材市場、石野ログ、名古屋港木材倉庫等

(7) 注文材について

注文材として、スギの末口径 28～30cm×4 m、24～26 cm×6 m、24～26 cm×8 m、24～28 cm×12 mを販売した。

材積合計 78.722m³ で、売上平均単価は 37,000 円/m³ であった。

24～26 cm×12 m材の売上単価は、58,000 円/m³ であった。

注文材の売上割合は、スギ売上金額の2割強を占めた。

(8) 売上平均単価等

- ・全売上平均単価 17,450 円/m³
- ・スギ売上平均単価 19,504 円/m³
- ・ヒノキ売上平均単価 20,550 円/m³
- ・C材売上平均単価 5,600 円/m³

- ・売上単価最高値 スギ 61,500 円/m³ (54 cm×4 m)
ヒノキ 90,000 円/m³ (40 cm×4 m)



豊田森林組合稲武支所に集積された丸太

6 架線安全計算と張力検定

(1) 今回の様な現場において、タワーヤードを使用する際には、以下について必要となる。

タワーヤード使用 架線集材機械 地曳き（主索あり、支柱あり）



機械集材装置に該当（林材安全 2014.5 P9、厚労省通知）



- ・「組み立てから解体が60日未満」→労働基準監督署への届出は不要（安衛規 85-2）
- ・「作業計画」必要（安衛規 151-125）
- ・「林業架線作業主任者」1名選任必要（安衛規 151-126、安衛令 6-3）
- ・「機械集材装置の運転に係る安全教育」必要（安衛規 36-7）
 - ※厚労省 H28.9.14 通知 8(3) 地曳きでも主索あるものは機械集材装置に該当する
- ・「走行集材機械の運転に係る安全教育」必要（安衛規 36-6-3）
 - ※タワーヤードの走行に必要
- ・玉掛け技能講習
- ・（「簡易架線集材装置の運転の業務に係る安全教育」（安衛規 36-7-2）※必須ではない）

・作業計画

作業計画記載事項	周知事項(安衛規 151-125-3)	
	架線作業	簡易架線
(1) 支柱及び主要機器の配置場所	○	○
(2) 使用するワイヤロープの種類、直径	○	○
(3) 中央垂下比		×
(4) 最大使用荷重	○	○
(5) 機械集材装置の集材機の種類、最大牽引力		
(6) 作業の方法	○	○

(2) 作業計画の中央垂下比、最大牽引力

最大牽引力は、架線安全計算を行い、想定される最大の荷重によって、使用するワイヤロープが安全率以内で使用できる時の牽引力を求める。

これには、森林総合研究所発行の計算ソフト「K-PLAN7」が使用できる。（ホームページから無料ダウンロード可能）

これによって計算したところ、中央垂下比 0.03、荷重 1.35tf で、主索安全係数 3.6、リフティングライン 7.3、ドローライン 4.0、ホール、ホールバックライン 6.9 となった。

このとき、ドローラインの安全係数が限界であり、荷重けん引力は 9.67kN となった。

安全計算には、3胴エンドレスタイラーを選択して計算する。

今回、計算に使用した数字は以下のとおり。

水平距離 200m、傾斜角 23°

搬器 BCC22LB 33.8kg、ロージングブロック BLS22 27kg、ウエイト 13.2kg/個

6 インチスナッチブロック 5kg/個、衝撃係数 0.2、積荷重量 1,350kg

※注：ワイヤー選択の中にタワーヤード TY-U5C のワイヤーがないものがあるため、関連するエクセルファイルに追加する必要がある。

(3) 主索張力測定を行った結果（2月の操作研修時のデータ）

以下のとおり、振動波法を行った。

- ・先柱近くで主索を棒でたたく。
- ・主索を手で握り、振動が5往復する時間を計測。

1回目 18秒（5往復）→ $18 \div 5 = 3.6$ 秒（t）

$f_0 = 0.306 \times t^2 = 3.9$

$3.9 \div \text{水平距離 } 200\text{m} = 0.0198$ （中央垂下比）

↓

中央垂下比は0.02～0.06が望ましいため、主索を緩める

↓

※今回の安全計算では0.03

2回目 24秒（5往復）→ $24 \div 5 = 4.8$ 秒（t）

$f_0 = 0.306 \times t^2 = 7.05$

$7.05 \div \text{水平距離 } 200\text{m} = 0.0353$ （中央垂下比）

(4) その他

タワーヤードには主索ドラムの油圧計があり、これによって張力換算して張力を求めることができるが、メーカーからは振動波法等によって確認されたいと言われている。（振動波法等で確認した時の圧力を記録しておき、2回目以降の架設時はその数字に合わせることはできる）

圧力 (MPa)	1層目	2層目	3層目
15 (2350)	23.0 (2350)	21.1 (2150)	19.6 (2000)
20 (3150)	30.9 (2900)	28.4 (2900)	26.5 (2700)
25 (3950)	38.7 (3950)	35.8 (3650)	32.8 (3350)
30 (4750)	46.6 (4750)	42.6 (4350)	39.7 (4050)
35 (5550)	54.4 (5550)	50.0 (5100)	46.1 (4700)

圧力を35MPaまで上げると逆転ラチェットが外れなくなる場合がありますので注意してください。

TY-20001

<参考>タワーヤードのワイヤロープの種類と規格、破断荷重

	径	規格	破断荷重
スカイライン	20mm	I W R C 6 × P ・ W S (31) 1.86kg/m	335 kN
ガイライン	〃	〃	〃
ホールライン	11.2mm	I W R C 6 × F i (29) 0.552kg/m	89.2 kN
ホールバック	〃	〃	〃
リフチング	〃	〃	〃
ドローライン	9mm	I W R C 6 × F i (29) 0.356kg/m	57.6 kN

※9.8kN ≒ 1tf

7 低密度植栽について

愛知県森林・林業技術センターでは、平成 21～23 年度にかけ、ヒノキ低密度植栽 (1,500、2,000、3,000) の研究報告を行っており、1～11 年間に調査し、低密度植栽でも、3,000 本/ha 植栽と比べ、成長に著しい差はないとの結果を得ている。

また、広島森林管理署 (国有林) の事例 [森林総研関西支所研究情報 2015 No116] では、2,000 本/ha 以下であっても従来と変わらない材積成長を見込める可能性があることが示された。

ただし、1,000 本/ha では蔓による形質の劣化や枝下高の低下が著しく、初期保育に手間がかかるとの結果が報告されている。

同じ現場で、鹿児島大学での研究報告 [植栽密度の違いが植栽木の成長に及ぼす影響 2009] では、1,500 本/ha 以上が大きな欠陥とならないとの報告がされている。

今回の実証では、スギ、ヒノキコンテナ苗について 2,250 本/ha で植栽した。今後の将来計画案は以下のとおり。

スギ	樹高 (m)	密度 (本/ha)	胸高直径 (cm)	備考	ヒノキ	樹高 (m)	密度 (本/ha)	胸高直径 (cm)	備考	負担額 (千円/ha)
植栽・ 獣害対策		2,250			植栽・ 獣害対策		2,250			
2～10 年	下刈 5回				2～1 0年	下刈 5回				308
20年	12.4	2,050	15	自然枯死	20年	9.0				
		1,440		保育間伐	30年	11.8	2,050	15	自然枯死	57
45年	20.1	1,400	22	自然枯死			1,440		保育間伐	
		940		利用間伐 33%	50年	15.5	1,300	20	自然枯死	
55年	21.7	920	26	自然枯死			870		利用間伐 33%	
		620		利用間伐 33%	60年	16.7	850	23	自然枯死	
							570		利用間伐 33%	
75年	23.5	600	32	自然枯死	75年	18.0	550	27	自然枯死	
		0		主伐			0		主伐	

} 365 千円

※補助適用

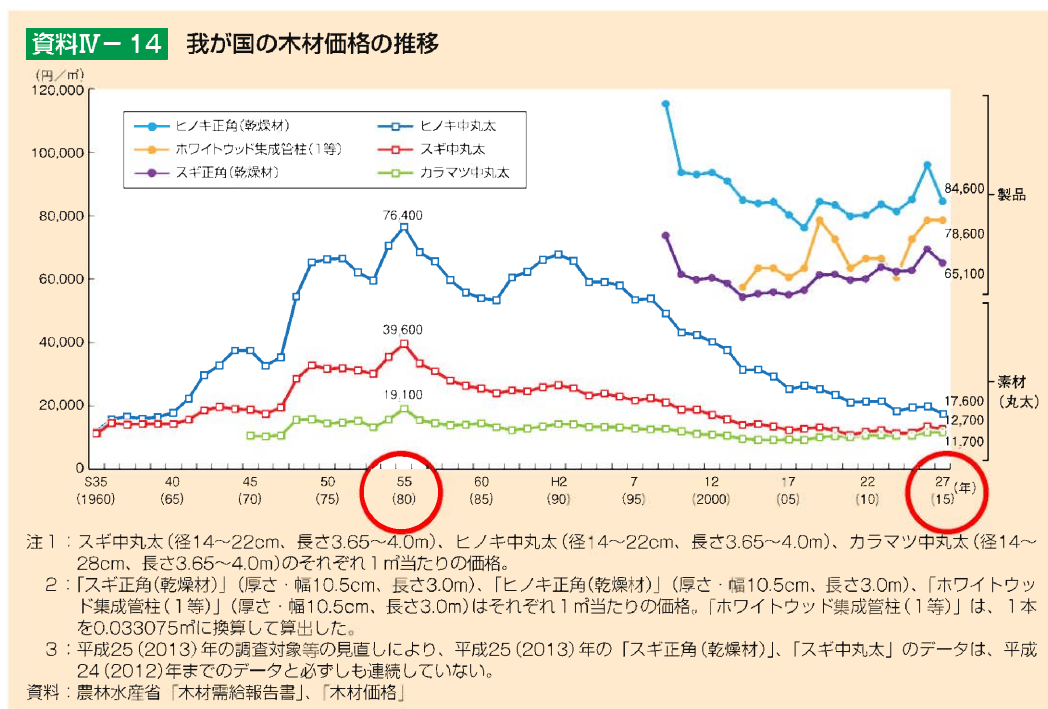
保育については、造林補助金適用 (森林経営計画有り) で試算したもの。最低減である下刈 5 回、保育間伐 1 回の計画である。

低密度植栽にすることにより、3,000本/haに比べ、植栽コストの軽減、保育間伐を1回減らすことができる。

これは将来の木材価格の相場を予測することやコントロールすることは難しいため、現状で見込みが可能な保育経費のコストダウンに焦点を当てた一つの施業提案である。密植し、こまめな保育間伐、枝打も併せて行う優良材生産を否定するわけではない。

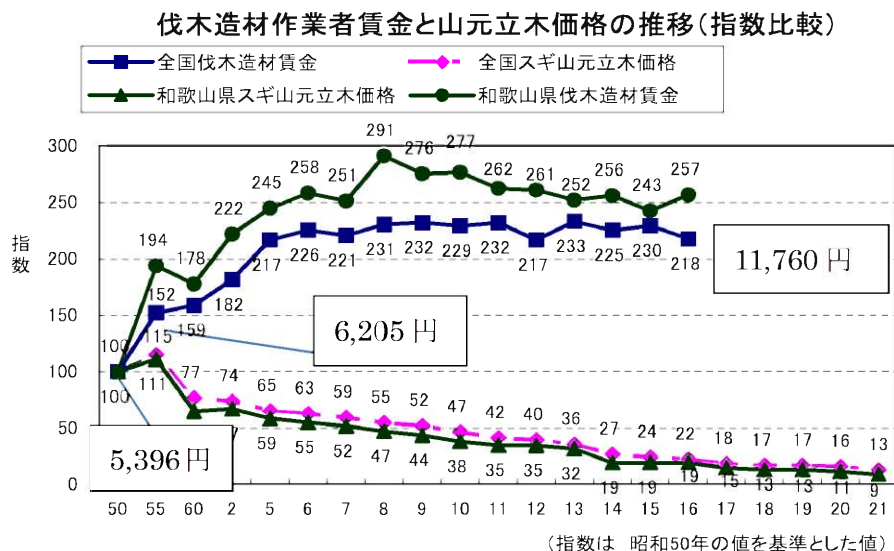
森林経営については長期間にわたるため、社会情勢の変化のあおりを受ける。このため、有用広葉樹植栽等も含め、様々な施業方法による山づくりの選択肢を模索していくことが、将来の経営リスク軽減につながる方向と考えられる。

ちなみに我が国の木材価格の推移について、以下のとおり、(林業白書より抜粋)



昭和55年から比べると、スギ材価約1/3、ヒノキ材価約1/4となっている。

また、人件費については、

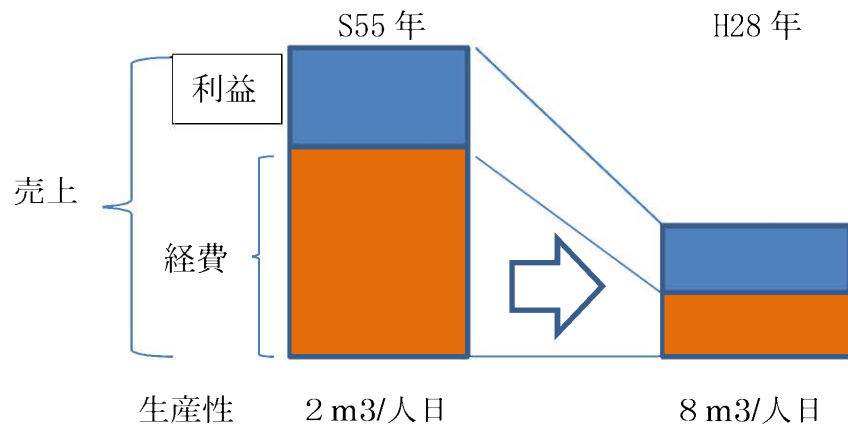


全国伐木造材作業者人件費は昭和 55 年と比べると、平成 16 年に約 2 倍となっている。

このような状況の中で、森林所有者への利益還元を計ることができるよう新たな選択肢を模索していく必要がある。

木材価格の相場を上げるコントロールは難しいため、人件費をはじめとする経費について、新たな技術によるコストダウンに取り組む必要がある。(現状で、採材や販路確保による売上を上げる努力は必要)

今回の実証では、新たな林業機械であるタワーヤード、プロセッサによる作業や、谷側伐倒によるコストダウン、植栽についても低密度とすることによるコストダウン、また、獣害対策ネットについても、ステンレスや支柱本数を少なくすることによるコストダウンを模索するものである。

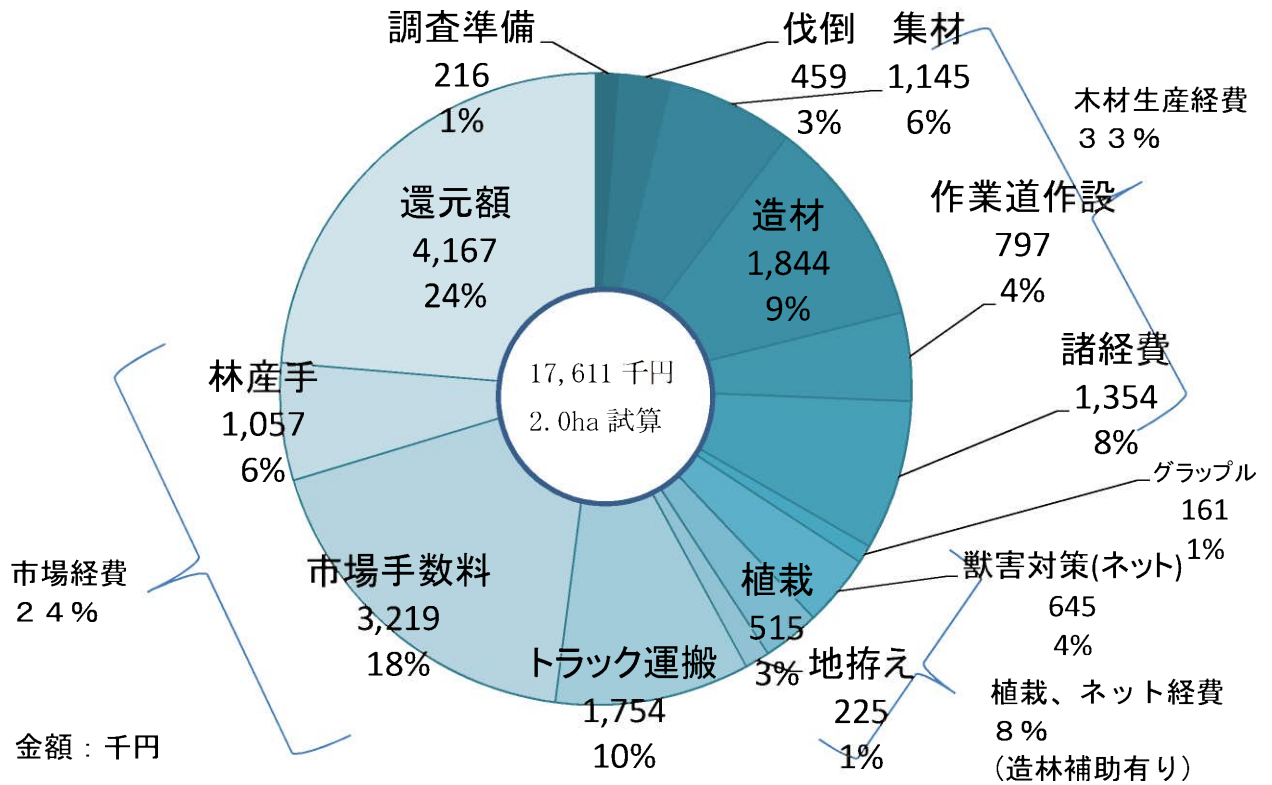


木材の労働生産性を 4 倍にすれば人件費が 2 倍になっても、人件費 1 / 2 となる。
(固定費は全体コストの約 50~60%)

もちろん、材価が社会情勢の変化によって上昇する可能性はありえる。

8 まとめ

今回の実証による主伐の収支結果と、その後の獣害対策、植栽を一般的に造林補助を適用し実施した場合の百分率を以下に示す。



※市場手数料にはセンターから製材工場等までの運搬費が一部含まれる。

※造林補助は、植栽、地拵え、獣害対策に適用したとしたときの負担額を示し、森林経営計画有りて試算。

※売上金額 17,611 千円の内訳を今回の実証を元に示したもの。

このケースでは、植栽、地拵え、獣害防止ネットを施工しても、haあたり約2,000千円の還元額となる。

現段階では、主伐後の造林経費は補助適用が前提となるが、今回のケースでは主伐である程度の利益を確保できる可能性がみえる結果となった。

<今後の課題及び留意事項>

① 木材生産

- ・タワーヤードによる架線系木材生産技術（主伐）を向上させ、作業性を向上させる必要がある。
- ・集材に配慮した伐採技術、造材に配慮した集材作業が必要である。（後作業への配慮）
- ・現場に応じ、作業ポイントの作設に配慮が必要である。
- ・現場に応じ、大型トラックが進入できる作業道が必要である。
- ・荷外しの時間短縮に、オートチョーカーの活用が考えられる。
- ・木材売上を上げる販路確保と採材技術向上が必要である。
- ・荷掛手の安全確保（危険区域に立ち入らず荷掛を行う方法、機械手から可視化する等）
※これは確立されていない
- ・張力検定の簡素化（機械側で把握出来ると良い。）
- ・安全装置の開発（張力が限界を超え危険な時に、自動的にドラムをリリースする。）
※メーカーへの要求
- ・荷掛手の可視化のため、無線カメラ等の活用
- ・毎木調査の省力化（航測技術等の応用）
- ・リードロープ引き回しの機械化（ドローン等の活用）
- ・大径材に対応できるプロセッサの活用
- ・タワーヤード、先柱架設について、ガイラインに繊維ロープ、ラッシングベルトの適用することによる労働強度軽減。
- ・タワーヤードプロセッサの組み合わせについて、タワー操作をリモコンによる省力化。

② 獣害対策

- ・現在までのところ、野生動物の侵入は認められないが、今後の効果の検証が必要である。
- ・耐久性の検証が必要である。
- ・維持管理が必要である。（荒天後のチェック等）
- ・資材小運搬に対する労働強度軽減対策

③ 植栽

- ・現在までのところ、枯れたものは認められない。また風によって浮き上がったものは見られないが、今後の生育状況の検証が必要である。
- ・苗カゴについては肩掛けヒモが、肩に擦れるのを緩和するよう肩当てをつける等改善すると良い。またコンテナ苗が落ちないように苗カゴを少し深いものを使用した方が良い。
- ・保育管理が必要である。
- ・資材小運搬に対する労働強度軽減対策

9 その他

(1) 枝葉について

今回の実証では枝葉付きの全木集材を行ったため、枝葉が大量に土場へ溜まることとなった。これについては、岐阜県恵那市の(株)東海バイオが無料で引き取った。

搬出数量としては、20車で計145.87tであった。



枝葉積み込み状況



運搬状況

枝葉が、降雨による表面浸食を防ぐ効果があることは言われているが、今回は枝葉をかなりの量について搬出しており、林地斜面に残存するものは少ない状況である。

現在のところ、表面浸食が発生しているところは谷地形の部分でごく局所的に見られるが、全体的には切株の根系はしっかりしており、下層植生も見られることから、今のところ問題はない。森林の土壌は長い年月をかけて形成されるので、なるべく流亡しないよう配慮する必要があるが、今回は、植栽やネット設置の際に急斜面を作業者が歩行したことにより、攪乱された部分もあり、作業の際に歩き道のある程度決めた方が良くもしれない。

枝葉を搬出することによる地力の減退の可能性については、明確なことは言えないが、以前に実施された保育間伐の材がかなり残っていることや、それよりも土壌をなるべく流亡させないことが重要ではないかと思われる。

(2) 自動監視カメラ

今回、愛知県森林・林業技術センターの協力により、4台の自動監視カメラを実証地周辺に設置した。

その結果、シカ、カモシカ、ノウサギ、タヌキ、ハクビシン、キツネ等の野生動物の生息が確認された。

シカはオス1頭にメスが4、5匹の群れを形成しているようである。

データは林業センターで解析中である。



実証地付近 林道白ヶ窪線にて撮影

<その他の野生動物>

また、皆伐、集材後に猛禽類と思われる鳥の飛翔が何度か目撃された。

猛禽類は皆伐跡のような広い場所を餌場にすることが知られている。

現場はヘビやカエルが多く、ウサギ等の小動物も生息しているので、皆伐跡地を狩場としている可能性がある。



H28. 11. 17 撮影

(3) 食害防止プロテクターの実験

外周ネット沿い（外側）に試験的にスギコンテナ苗10本を植栽し、欧州から入手したものと、日本企業が販売している食害防止プロテクターを試験的に設置した。



食害防止プロテクター設置状況



その結果、2、3日後にはすべて食害にあっていた。



自動監視カメラに写っていなかったことと、ナタで切られたような切り口であったことから、ノウサギの仕業と考えられる。

シカに対して有効かどうかは不明である。

(4) 現地研修会の開催

平成 28 年 10 月 19 日に現地研修会を開催した。

林業関係者約 160 名の参加があった。

内容は、循環型林業の説明、実証事業の説明、コンテナ苗、獣害対策の説明、集材の実演を行った。



(5) 「地域林業の活性化をめざして」(循環型林業報告会) の開催

平成 29 年 2 月 24 日に報告会を開催した。

林業関係者約 120 名の参加があった。

内容は、県の推進する循環型林業の取り組み、実証事業の報告等を行った。



○その他参考事項

1 毎木調査結果と検証

(1) プロット調査と毎木調査結果を組み合わせる推定

ア プロット調査結果

ベルトトランセクト法により、尾根から谷へ3線についてプロット調査(幅2m帯状)

調査班	延長	面積
1	114.3m	228.6m ²
2	109.6m	219.2m ²
3	149.6m	299.2m ²
計	373.5m	747.0m ²

プロット面積率=747.0÷21700=3.4%

イ 毎木調査結果

スギ 564 本、ヒノキ 688 本 計 1,252 本 ※胸高直径を測定

ウ 材積推定

胸高直径ごとに本数を分け、プロット調査の結果から、胸高直径ごとの丸太材積(平均)に本数を掛けて算出。プロット調査にない胸高直径は、前後のデータを元に材積を案分した。

その結果、スギ 579m³、ヒノキ 375m³ 計 954m³ (440m³/ha) と推定された。



毎木調査・プロット調査結果との差

樹種	毎木調査		実績		差(a-b)	
	材積(m3) (a)	材積(m3)	C材	計(b)		
スギ	579.202	515.626		515.626	63.576	※564本
ヒノキ	374.713	319.055		319.055	55.658	※688本
その他		2.895		2.895	2.895	
C材			171.684	171.684	-171.684	
計	953.915	837.576	171.684	1009.26	-49.555	-5.2%

プロット調査による径級別材積割合との差

スギ

径級別	プロット調査		実績		差(a-b)
	材積(m3)	割合(a)	材積(m3)	割合(b)	
14cm未満	0.436	1.9%	8.027	1.5%	0.4%
14~22cm	5.744	25.2%	133.32	24.9%	0.3%
24~28cm	5.445	23.9%	152.007	28.4%	-4.5%
30cm以上	11.131	48.9%	242.212	45.2%	3.7%
計	22.756	100.0%	535.566	100.0%	0.0%

※C材一部含む

ヒノキ

径級別	プロット調査		実績		差(a-b)
	材積(m3)	割合(a)	材積(m3)	割合(b)	
14cm未満	1.048	7.1%	18.652	5.8%	1.3%
14~22cm	6.055	41.2%	144.151	44.8%	-3.6%
24~28cm	5.159	35.1%	105.727	32.9%	2.3%
30cm以上	2.420	16.5%	53.105	16.5%	0.0%
計	14.682	100.0%	321.635	100.0%	0.0%

※C材一部含む

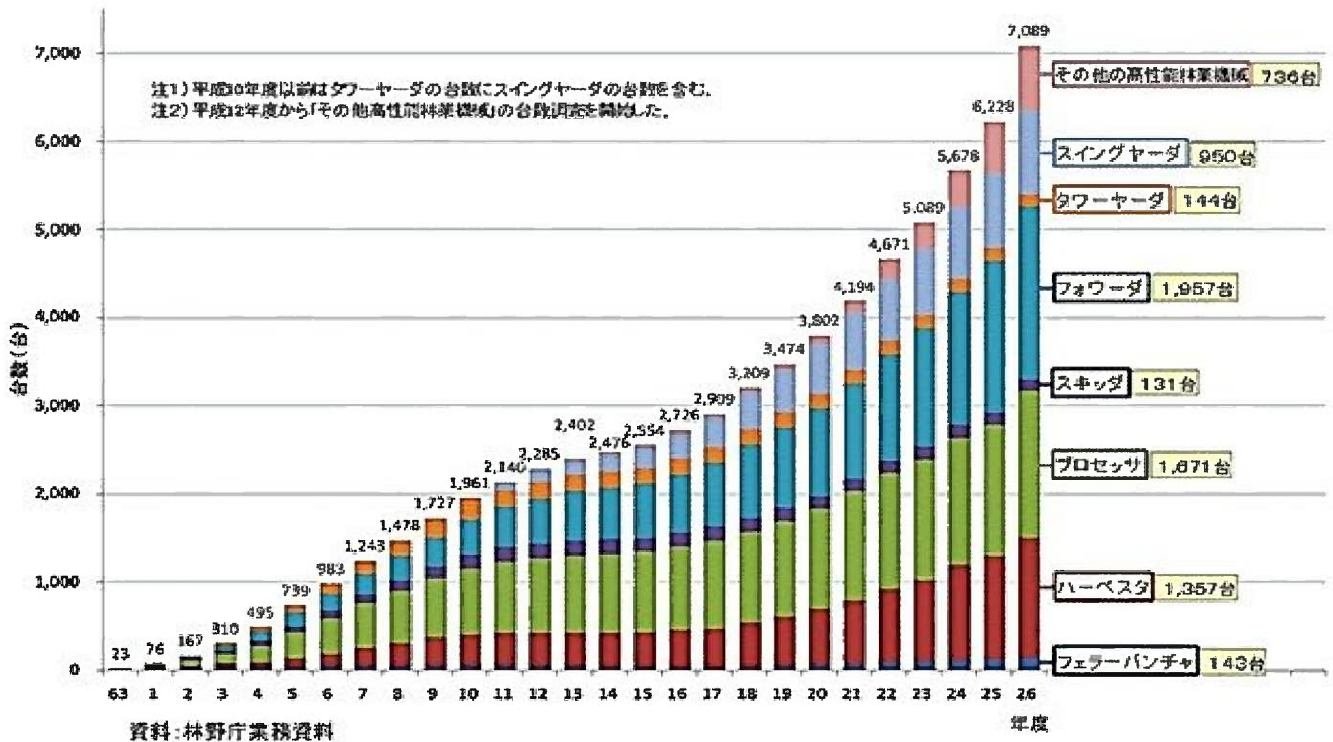
(2) 検証

調査データと実績の比較について、全体材積、径級別とも差が少なく、ベルトトランセクト法により、尾根から谷まで帯状プロットにより調査する方法は、調査面積率が3.4%にもかかわらず、この現場においては有効であったと考えられる。

2 タワーヤードについて

日本におけるタワーヤードの導入数は、平成26年度末で144台であり、高性能林業機械に占める割合は約2%である。

高性能林業機械の保有状況の推移(平成26年度末)



※林野庁 HP より

スイングヤード、プロセッサ、ハーベスタ、フォワードが占める割合が8割以上である。ヨーロッパにおいてはタワーヤードは過去から多様な機種が使用されており、日本へも近年、導入が進んでいる。

今回使用した国産タワーヤード TY-U5C は、林野庁の平成24年度補正先進的林業機械緊急実証・普及事業によって、林業事業者、メーカー等が共同で開発された機械である。

特徴は、エンドレスタイラー式の集材を行うことができるため、集材機で実施していた方法と同様な方法で集材が可能なことである。これは、タワーのドラム（ドローライン）で荷掛けのローリングブロックを機械的に引き込む（横取り）ことができることが特徴である。

ヨーロッパでは、何十年も前に木材価格低迷した時期があり、道整備と機械の開発を進め、タワーヤードをはじめ高性能な林業機械を多種にわたり開発してきている。ヨーロッパの架線系機械では搬器を高性能にするよう発達してきており、高性能な搬器を単独で使用することもあるが、タワーヤードと組み合わせて使用している。横取り距離は短い、ワイヤーの架設が比較的簡易に行えるため、主索を張り替えて集材していくというスタイルを取っている。この場合、横取りするためには、荷掛手がフックを持って荷のところまで行って荷掛する作業が必要となる。

また、搬器が荷掛手の近くまで行くと、操作権が荷掛手に変わるため、機械手が直接見ることができない場所でも、比較的安全に集材することができる。

近年では、電気モーターで稼働する搬器も開発されている。

横取りを機械的に行うことができるエンドレスタイラーは、架設の際に集材範囲に合わせて引き込み用ワイヤー（今回のタワーはドロライン）を架設する必要があり、その分の手間がかかることと、内角ができるので、荷掛手は注意しなくてはならない。

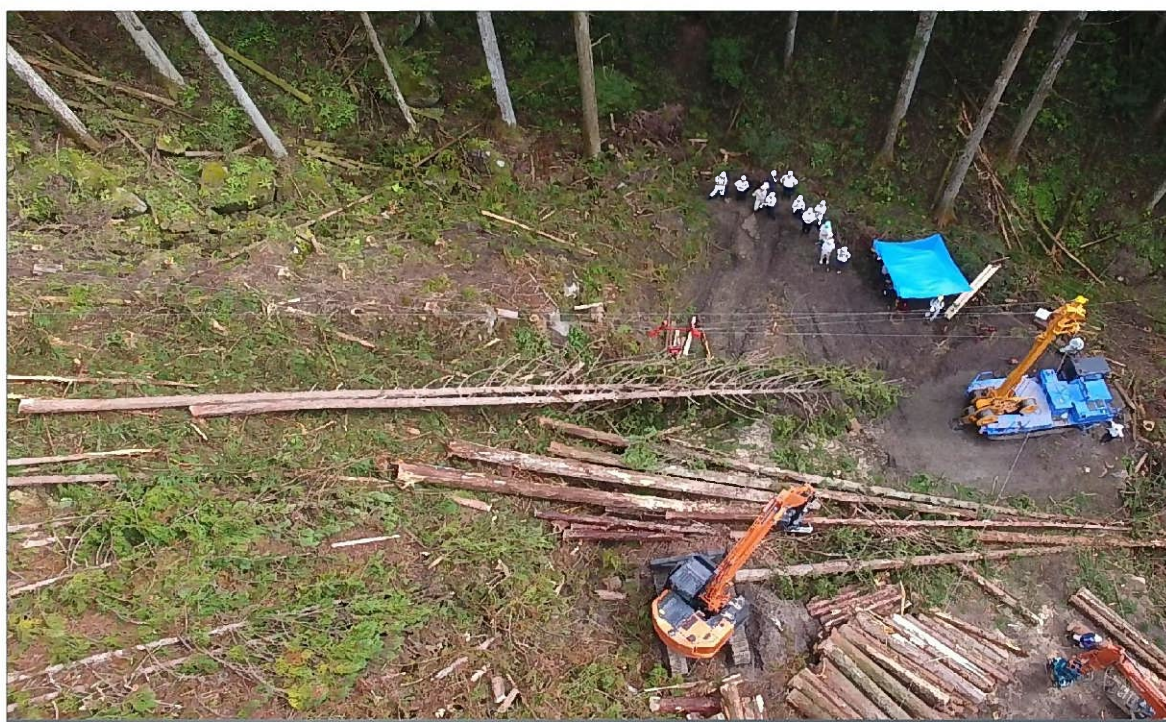
また、荷掛手には機械の操作権が全くないので、常に機械手と荷掛手がトランシーバーで合図をしながら操作することが重要である。

エンドレスタイラー式は日本のように起伏（シワ）が多い地形に対応しやすい方法とされているが、安全には十分注意して作業する必要がある。

日本のタワーも欧州のタワーも共通の課題としては、①進入路の作設と確保、②作業ポイント（土場）の確保、③控索（ガイライン）が設置できる場所の確保、④技術者の育成、

ヨーロッパのタワーヤードは重量、サイズ、引き上げの重量、リモコン（無線）などが、日本の法規制に合わないものがあり、近年では日本向けに改造されたものも導入されている。

日本の林業機械メーカーは高い技術力を持っているので、ヨーロッパの林業機械に勝るとも劣らない安全で作業性の良い機械を開発していただきたい。



※写真 名古屋大学 森林資源利用学研究室 近藤助教より提供(ドローンによる撮影)

○おわりに

本事業の遂行にあたり、事業地をご提供いただいた森林所有者の古橋源六郎様はじめ、古橋会の古橋正光様、古橋会の関係者様、熊本県から講師派遣をご承諾いただいた泉社長と、本県までご足労いただき熱心に指導いただいた講師の(株)泉林業 松延様、岡様、調整等にご尽力いただいた同社 野村課長はじめ社員の皆様、また、地元調整から作業計画、作業実施にわたり、ご協力いただいた豊田森林組合林産課 伊藤参事、大山主幹、尾崎主査、稲武支所の職員の皆様、現場の木材生産作業を担当いただいた桑原弘忠氏、松原崇行氏、岡藤将和氏、大久保正明氏、竹内智美氏ほか、森林整備班の方々、デモ機を提供いただいた林業機械メーカー イワフジ工業(株)、アジア産業(株)、コンテナ苗を手配いただいた愛知県林業種苗協同組合様、前田樹苗園様、獣害対策についてご指導いただいた木下一二商店様、大一工業様、その他関係の皆様は厚く御礼を申し上げますとともに、本報告書が今後の架線系木材生産や循環型林業の技術向上と普及のための一助となれば幸いです。

新しい技術は一朝一夕に向上するものではなく、試行錯誤と改善を繰り返すことによって向上していくものと思います。日本は自然が豊かであり、自然条件が多種多様なため、その反面、自然や生き物が相手であり、またそのような環境の中で重量物を取り扱う林業は、特に技術力が求められる分野であると思います。

このようなことから、人材育成や、基盤整備が重要と言われ、また新たな取り組みが軌道に乗るまでは様々な負荷も発生するものと思いますが、木材生産業は、木材が自然エネルギーを利用して育つという特徴を持ち、保育も含め、伐出～流通～建築等利用分野まで仕事を生むことになるため、地域への経済効果が高いものであります。

林業技術の向上について、他地域の事例も参考にしながら、今後とも継続した取り組みが必要であると思います。今回は木材生産、獣害対策、植栽の作業技術に主に焦点を当てたものですが、本県の循環型林業においては、現場ごとに、各種現場条件や、森づくりの方向性も勘案しつつ、群状択伐等の主伐施業技術も模索していく必要があると思います。

平成 29 年 3 月記:愛知県豊田加茂農林水産事務所森林整備課 林業普及指導員 谷川 誠

別冊（参考資料）

- ① 実証考察詳細まとめ
- ② 技術研修会参考資料
- ③ 森林施業・管理委託業務契約書
- ④ 研修会チラシ、新聞記事等
- ⑤ 架設・撤去作業、資材運搬作業、獣害対策設置作業、植栽作業時間データ

森林所有者と森林組合が契約した「森林施業・管理委託業務契約書」

森林施業・管理委託業務契約書

委託者 ○○○○（以下「甲」という。）と受託者 ○○○○（以下「乙」という。）は、下記の業務について、次のとおり森林施業・管理委託業務（以下「委託業務」という。）契約を締結する。

（対象とする森林）

第1条 この契約により、乙が委託を受けて業務を行う対象森林は、次に掲げるとおりとする。

所在地	面積（見込）	備考
	ha	

（契約の期間）

第2条 この契約の期間は、平成○○年○月○日から平成○○年○月○日までの（10年間）とする。

（乙の行う業務）

第3条 乙は、第1条の対象森林において次に掲げる業務を行うものとする。
（1）立木の伐採、販売、獣害対策、造林、保育その他の森林の施業を実施すること。
（2）作業路網その他の施設の整備を実施すること。
（3）森林整備に関する補助事業を活用した場合の手続き事務を行うこと。
（4）契約対象森林の生育状況を把握し、適正な措置を講ずること。
2 乙は、前項の業務実施に当たって、年度ごとに業務内容を甲と協議し定めるものとする。

（森林への立ち入り及び施設の利用）

第4条 乙は、第3条に定める委託業務の実施のため必要があるときは、契約対象森林に随時立ち入り、又は乙以外の者を立ち入らせ、若しくは契約対象森林の土地及び契約対象森林内に設置された作業路その他の施設を使用し、又は乙以外の者に使用させることができる。

（立木等の販売代金の精算及び支払）

第5条 契約対象森林の立木等の販売代金は、甲に帰属するものとし、乙は精算書をもって販売代金の精算をする。
2 乙は、前項の精算書をもって販売代金の請求があったときは、すみやかに甲に支払わなければならない。
3 乙は、甲と協議し、委託業務の必要経費を請求するものとする。

（損害の補填等）

第6条 施業の実施中に、火災、天災その他乙及び丙の責めに帰し得ない事由により対象森林に生じた損害及び第三者に生じた損害については、乙は、その責任を負わない。
2 施業の実施後、火災、天災その他乙及び丙の責めに帰し得ない事由により対象森林の植栽木及び植栽木に対する獣害対策に損害が生じた場合にあっても、乙はその責任を負わない。
3 乙が委託業務の実施その他この契約により属された権限に基づき行う行為に関し、補助金等の交付を受けた場合であって、当該補助金等の返還を命じられたときは、その原因が甲である場合には、甲が当該返還金額を負担するものとする。

（災害等による委託業務の不実施）

第7条 乙は、次の事項に掲げる場合において、委託業務を実施する予定の森林について当該委託業務を実施することが不可能又は不適当となったときは、甲と協議のうえ、当該委託業務の一部又は全部を実施しないことができる。
（1）災害その他これに類する原因により契約対象森林の全部または一部が損壊したとき。
（2）契約対象森林の土地が公用、公共用又は公益事業の用に供されるとき。
2 前項の規定により委託業務が実施されないこととなった場合において、それまでに当該委託業務の一部が実施されていたときは、その実施に要した費用は甲乙協議してその負担額を定めるものとする。

（着手の通知）

第8条 乙は、業務に着手するときは、すみやかに甲に通知するものとする。

（委託業務に関する実施状況の報告）

第9条 乙は、各年度に行った委託業務について、精算書を作成し、その都度、甲に報告しなければならない。

（調査及び是正要求等）

第10条 甲は、必要があると認めるときは、何時でも乙に対し委託業務の実施状況について報告させ、又は自らその状況を調査することができる。
2 甲は、委託業務の実施の状況について、適切でないものがあると認めるときは、乙に対して是正を求めることができる。
3 乙は、甲から前項の是正要求があったときは、誠実に対処し、その結果を甲に報告するものとする。

（再委託の禁止）

第11条 乙は、委託業務を自ら行うものとし、他の者にその委託業務を再委託することができない。

（債務不履行による契約の解除）

第12条 甲は、次の各号のいずれかの事情が生じたときは、この契約を解除することができる。

（1）乙がこの契約に違反したとき。

（2）乙の委託業務の処理が不適当と甲が認めたとき。

2 前項の規定により、この契約が解除されたときは、乙は甲にその損害の賠償を請求することができない。

（疑義等の決定）

第13条 この契約の履行に必要な事項であって、この契約に定めのないもの、及び契約の事項に疑義が生じたときは、甲、乙が協議して定めるものとする。

（補則）

この契約書により知り得た個人情報は、本組合が公表している利用目的以外は使用しない。この契約の証として、この契約書を2通作成し、当事者署名押印のうえ、各自その1通を保有する。

平成○○年○月○日

委託者（甲） 甲 ○○○○
○○ ○○ 印

受託者（乙） ○○○○
○○ ○○ 印