

4. 関係者への意見聴収

実証を行った地区において、素材生産事業者や造林事業者等の地域関係者を対象とした意見交換会を開催し、収益を確保できる集荷・搬出の普及をはかるほか、コスト低減をはかる上での課題を洗い出した。

4.1. 意見交換会の開催

1) 開催概要

(1) 次第・参加者

意見交換会は、図 4.1 に示すとおり、受付終了後に実証地へ各自移動し、実証地において事業概要の説明、木くず生産実証を行った後に、室内に会場を移し、実証報告・意見交換、基調講演を経て質疑応答する形式で実施した。

当日の現地検討会には、表 4.1 に示すとおり、70～90 名の参加がみられた。

開会（受付終了後、現地実証見学会場へ移動）
1. 意見交換会（現地実証見学）開催
1) 主催者挨拶（北海道水産林務部林務局林業木材課 木質バイオマスグループ主幹 岡田朋子）
2) 現地木くず生産実証
3) 質疑応答・意見交換会場へ移動
2. 実証事業報告・意見交換
1) 実証事業報告（（株）森林環境リアライズ）
2) 意見交換
3) 講演「木質バイオマス燃料材供給システムの動向と課題（2）」 東京大学名誉教授 酒井秀夫 筑波大学日本学術振興会特別研究員 吉田美佳
3. 終了（解散）

図 4.1 現地検討会開催概要

表 4.1 現地検討会参加者内訳

区分	道北地区 (中頓別町)	道北地区 (上川町)	道央地区 (京極町)	小計
	10月16日	10月17日	10月19日	
国	6	10	5	21
北海道	12	16	12	40
他県関係者			3	3
市町村	6	7		13
森林組合	3	11	3	17
民間事業者	21	33	31	85
個人	3	1		4
大学等				0
主催・講師・事務局	17	16	21	54
合計	68	94	75	237

(2) 開催内容概要

意見交換会では、次第に沿って実施し、各項目については、表 4.2～表 4.4 に示すとおり、国内外の事例も踏まえつつ説明した。

表 4.2 現地木くず生産実証の実施概要


時間帯	内容	担当
30～40分	現地木くず生産実証・質疑応答	(株) 森林環境リアライズ
<p><概要></p> <ul style="list-style-type: none"> ・実証地における林況や施業の概要を説明した後に、木くず生産を実施 ・木くず生産実施後に質疑応答を実施 		

表 4.3 実証事業報告・意見交換の実施概要



時間帯	内容	担当
60分	実証事業報告・意見交換	(株) 森林環境リアライズ
<p><概要></p> <ul style="list-style-type: none"> ・事業目的や実証方法、実証結果の検証方法についての説明 ・昨年度の取組について概要報告 ・今年度の取組結果として、今回の実証地（3地区）における経過を報告 ・実証事業報告後に意見交換を実施 		

表 4.4 基調講演の概要

時間帯	内容	担当
80分	基調講演 木質バイオマス燃料供給システムの動向と課題 (2)	東京大学名誉教授 酒井秀夫 筑波大学 日本学術振興会特別研究員 吉田美佳
<p>・概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国内外の事例を踏まえながら、木質バイオマスの長所や欠点を整理し、利益を確保して、森林所有者への利益還元の必要性、全幹・全木システムの確立、農業用トラクターの活用等についても説明 ・チップパー機の性能と事業規模に関する関係性についての研究成果などを説明 ・基調講演終了後に全体を通じて質疑応答を実施 		

2) 意見交換会実施状況

(1) 道北地区（中頓別町）

① 参加者

道北地区（中頓別町）の意見交換会は、関係者を含めて総勢 68 名の参加のもとで実施した。

② 意見交換会における発言等

(A) チッピング実証したチップパー機の性能について

- ✓ トラクター側の出力は 170 馬力以上必要。実演機より 1 ランク下のチップパー機であれば 140 馬力で良い。
- ✓ 出力数と油圧量が適合すれば、どのトラクターでもチップパー機を動かすことは可能。
- ✓ チップパー機の刃は 1 枚 20～25 回研磨が可能。欧州では新品から研磨するまで 10 時間といわれるが、日本で販売した 11 台の統計では 30 時間程度。
- ✓ 刃の研磨には専用の機械が必要。価格は地域差がある。1 個のローターに 8 枚刃がついており、交換は 8 枚ごとになる。
- ✓ 生成される木くずには葉の混入は少ない。

(B) 今回の実証事業について

- ✓ 伐倒作業で使ったのはフェラバンチャザウルスロボで、バケット横に刃がついている。
- ✓ 伐採前にササ刈りを実施することで、伐倒作業が非常にスムーズに進んだ。コストはかかったが、安全性を考慮すると非常に有意義。
- ✓ 事前のササ刈りはコストがかかったため、ササ刈りの機械化（上川町でのボブキャットなど）も検討課題である。

(C) 発生する未利用材について

- ✓ 未利用材を有効に使い、山林所有者へ少しでも還元し森林施業へつなげていきたい。
- ✓ 未利用材はこれまで山に放置してきたことにより、次世代の樹木や草本の養分となってきたが、相当量持ち出すことにより、地力が落ちるとの見解もある。

(D) ビジネスモデルについて

- ✓ チップパー機を山元に持っていくことで低コスト化になると思うが、1 事業地で 500 m³集まらなければならない。有効に使うには枝条を中間土場に運び、そこで何千 m³単位で集めたものをつぶすこともせざるを得ないと考える。
- ✓ 全てが山元で実施するのではなく、現場に合ったやり方が良いのではないかと。現場に応じた未利用材の使い方を検討するのが良い。
- ✓ チップパー機は 1 台数千万円と高額なため、誰が所有し使用するというところで、さまざまなビジネスパターンがある。
- ✓ 1 社の民間企業が隣接する 3 つの市町村を循環してチップピングするビジネスモデルもある。
- ✓ 周辺地域では、ある程度安定した集荷システムが構築されており、地元を通じて何とかしていきたい。

③ アンケート回答からの意見等

回答数は33/55件（関係者等含まず）となった。回答の内訳は、図 4.2 に示すとおりである。

(A) 地域における林業や木材流通の状況

- ✓ 最も多い回答は『停滞している』であった（17件）。次いで『どちらともいえない』が11件、『活発である』と回答したのは2件のみであった。
- ✓ 『停滞している』と回答した人は、林業の担い手不足や事業体不足、林業技能者高齢化など、林業に関わる事業体や担い手についての指摘が多い。次いで、素材輸送の運搬経費や原木価格の低調となっていた。

(B) 地域における林地未利用材の利用状況

- ✓ 最も多い回答は『停滞している』であった（20件）。次いで、『どちらともいえない』が7件、『活発である』と回答したのは1件のみであった。
- ✓ 『停滞している』と回答した人は、理由として、現状として利用していない点、受け入れ側がない点、集荷作業の高コスト化による不経済性を挙げている。
- ✓ 『どちらともいえない』と回答した中でも、いろいろと試行されているが事業として完全に確立されていない点を指摘しているものもあった。

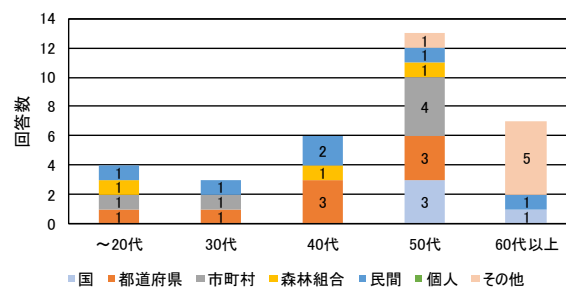


図 4.2 アンケート回答者内訳 (中頓別町)

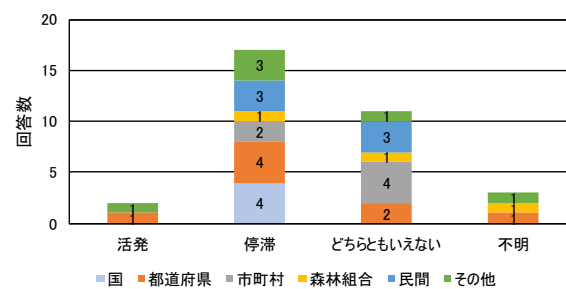


図 4.3 Q1 地域での林業・木材流通の状況 (中頓別町)

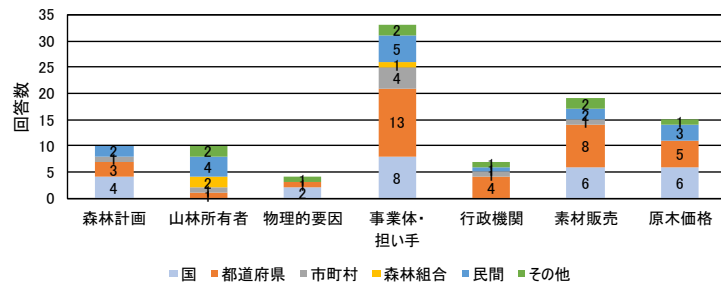


図 4.4 Q3 地域の林業・木材流通が『停滞している』と考えられる理由（中頓別町）

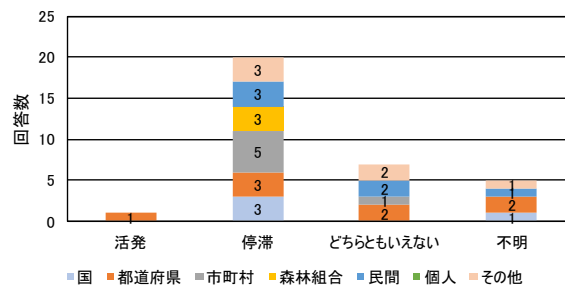


図 4.5 Q4 地域での林地未利用材の利用状況（中頓別町）

(2) 道北地区（上川町）

① 参加者

道北地区（上川町）の意見交換会は、関係者を含めて総勢 94 名の参加のもとで実施した。

② 意見交換における発言等

(A) チッピング実証したチップパー機の性能について

- ✓ 牽引式チップパー機の移動は半径 50km が大半。時速 40km で自走可能。
- ✓ チップの大きさはスクリーンの調整でさまざまなサイズで切削が可能。
- ✓ チップ生産量は時間当たり 50 m³。
- ✓ トラクター側の燃費は MUS-MAX は 0.1ℓ/m³層積である。

(B) 他地域の事例について

- ✓ 日頃から林地残材収集を実証も含めて行っているが、なかなか生産性が上がらない。
- ✓ 熱利用については、岩手県遠野市、紫波町、山形県最上町などがあげられる。
- ✓ 遠野市の事例では、スギ造材時に根曲は長めに切り捨てることで、採材率や作業効率が上がり、生産性が上がった。

(C) 今回の実証について

- ✓ 最初にササ刈りを行うことで、きれいな状況で現場の人も動きやすいと好評であった。
- ✓ フェラバンチャを用いることができる現場では、伐採後の作業も考慮して、なるべく地際で伐ることが、結果的に地拵えや集材の効率化につながる。

(D) 林地未利用材について

- ✓ 林地未利用材だけで採算があうものなのか。
- ✓ 水分は伐採時に 40%前後であるが、2 か月自然乾燥をさせることによって、30%を切るまで低下する。

(E) ビジネスモデルについて

- ✓ 丸太を出す人とチップを出す人を必ずしも一緒にせずに、地域にあったビジネスモデルを作ると良い。

③ アンケート回答からの意見等

回答数は 34/78 件（関係者等含まず）となった。回答の内訳は、図 4.6 に示すとおりである。

(A) 地域における林業や木材流通の状況

- ✓ 最も多い回答は『活発である』であった（16 件）。次いで『どちらともいえない』が 10 件、『停滞している』と回答したのは 5 件であった。
- ✓ 『活発である』と回答した人は、製材や製紙用チップといったマテリアル利用の点と発電や熱利用でのエネルギー利用についての指摘が多い。
- ✓ 一方で『停滞している』と回答した人は、林業技能者の高齢化や担い手不足といった点の指摘が多かった。

(B) 地域における林地未利用材の利用状況

- ✓ 最も多い回答は『どちらともいえない』であった（12件）。次いで、『停滞している』が10件、『活発である』と回答したのは6件であった。
- ✓ 『停滞している』と回答した人は、理由として、集荷作業の高コスト化による不経済性を挙げているのが最も多かった。またパルプ材をバイオマス利用し、真の林地未利用材は利用されていないとの指摘もみられた。
- ✓ 『活発である』と回答した中でも、買取価格が安いなどのコスト面を指摘しているものもあった。

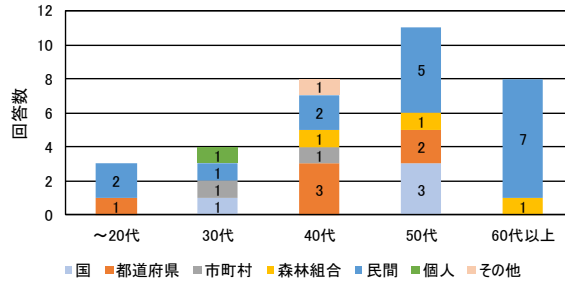


図 4.6 アンケート回答者内訳 (上川町)

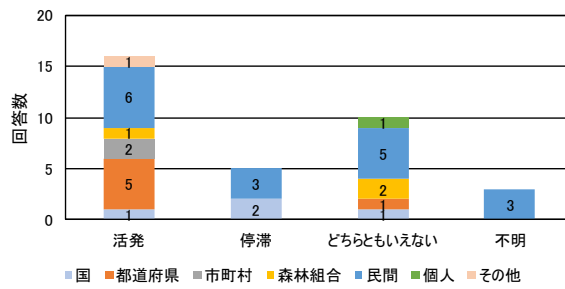


図 4.7 Q1 地域での林業・木材流通の状況 (上川町)

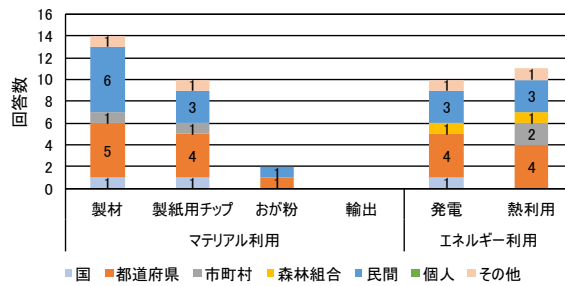


図 4.8 Q3 地域の林業・木材流通が『活発である』と考えられる理由 (上川町)

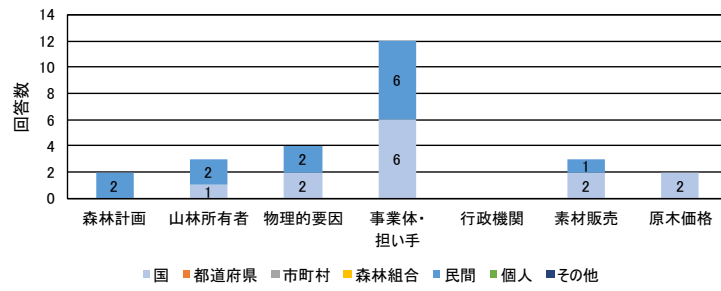


図 4.9 Q3 地域の林業・木材流通が『停滞している』と考えられる理由（上川町）

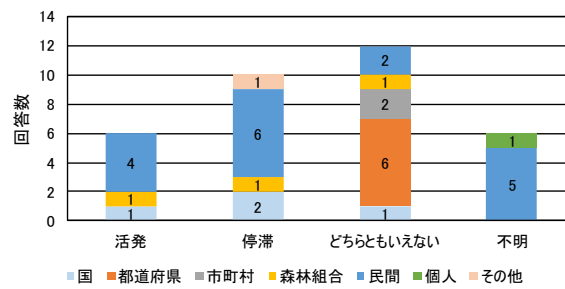


図 4.10 Q4 地域での林地未利用材の利用状況（上川町）

(3) 道央地区（京極町）

① 参加者

道央地区（京極町）の意見交換会は、関係者を含めて総勢 75 名の参加のもとで実施した。

② 現地検討会での質疑等

(A) 実証に用いたチップパー機について

- ✓ チップパー機の日当たりの経費は 7 万円程度（償却で 4 万、人件費で 3 万）。
- ✓ チップパーの刃は新規購入で 18,000 円/枚。30 時間ごとに研磨が必要（25 回研磨可能）。研磨費用は地域によって価格が異なる。
- ✓ チップ生産量は実証値として 50 m³/h。14t トレーラーにして 2 台分、1 日平均 5～6 台分である。
- ✓ 公道を走行することができ、時速 40km で走行可能。
- ✓ トラクターが約 2 千万円、チップパーが約 3 千万円である。
- ✓ 実証で用いたトラクター牽引式チップパー機は大型特殊の免許と、けん引免許が必要となる。
- ✓ 青森県での事業計画（年間 5 万 m³のチップ生産）があるが、年間の維持管理費や燃料費はいくらくらいかかるものか。
- ✓ 青森県八戸市に MUS-MAX の一番大きいクラスの機械が入っており、年間 5～6 万 m³処理していると思われる。維持管理は、今回の実証機よりも倍くらいになると思うが、燃費はさほど変わらないかと思われる。
- ✓ 維持管理費はどのくらい機械を稼働させるかによって変動する。

(B) 今回の実証事業について

- ✓ 用材や端材も合わせた全体の収益は、山林所有者への還元金として整理している。
- ✓ 昨年度の道東地区では搬出コストが 2,800 円/m³程度となっていた。京極での実証地では生産性は良かったが、ややコストがかかった印象である。
- ✓ 森林資源をフル活用するという観点から行くと、全幹集材が良いかと思うが、必ずしもそうとは言えないのではないか。
- ✓ アメリカでも意見が分かれているところであり、林業や路網条件で決めていけばよいかと思う。
- ✓ 全てをバイオマス利用するのは難しいと思う。取りやすい所だけでよいと思う。

(C) 未利用材集荷方法について

- ✓ 道内の国有林では丸太生産を 700 万 m³実施している。そのうちチップやパルプ用として約 4 割程度丸太を生産している。未利用材については平成 25 年くらいから年間 4 千 m³販売しており、タンコロや林道支障木が主体となっている。
- ✓ 実証報告にあった全幹集材にはすぐに移行できないが、短幹集材でも効率よく未利用材を集める方法を模索したい。
- ✓ フォワードの荷台を改良する方法もひとつである。

(D) ビジネスモデルについて

- ✓ システム販売だけでも 1 社だけでなく複数社するなど、事業量を確保し、事業規模を増やして安定させることも必要。
- ✓ 未利用材を効率よく集めるメリットは、地権者が非常に楽になることにつながる。

③ アンケート回答からの意見等

回答数は22/54件（関係者等含まず）となった。回答の内訳は、図 4.11 に示すとおりである。

(A) 地域における林業や木材流通の状況

- ✓ 最も多い回答は『活発である』であった（10件）。次いで『どちらともいえない』が7件、『停滞している』と回答したのは2件であった。
- ✓ 『活発である』と回答した人は、製材としてのマテリアル利用についての指摘が多い。
- ✓ 一方で『停滞している』と回答した人は、林業技能者の高齢化や担い手不足といった点や素材輸送時の車両確保や輸送経費に関する点の指摘が多かった。

(B) 地域における林地未利用材の利用状況

- ✓ 最も多い回答は『停滞している』であった（10件）。次いで、『不明』が7件、『どちらともいえない』と回答したのは5件であった。『活発である』との回答はなかった。
- ✓ 『停滞している』と回答した人は、理由として、集荷作業の高コスト化による不経済性や使用する機械の選定やコスト等の情報不足等を挙げているのが最も多かった。

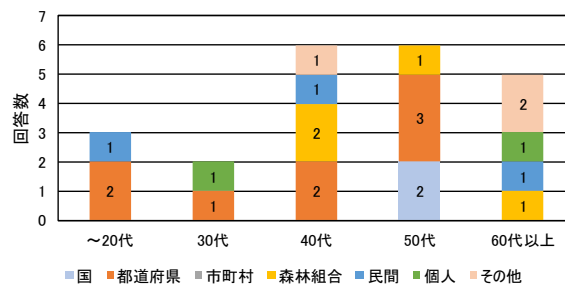


図 4.11 アンケート回答者内訳（京極町）

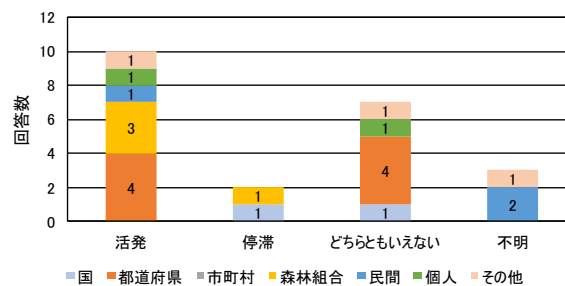


図 4.12 Q1 地域での林業・木材流通の状況（京極町）

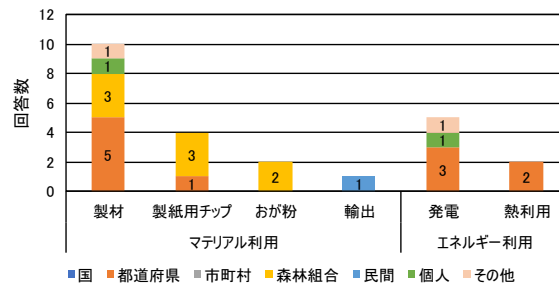


図 4.13 Q3 地域の林業・木材流通が『活発である』と考えられる理由（京極町）

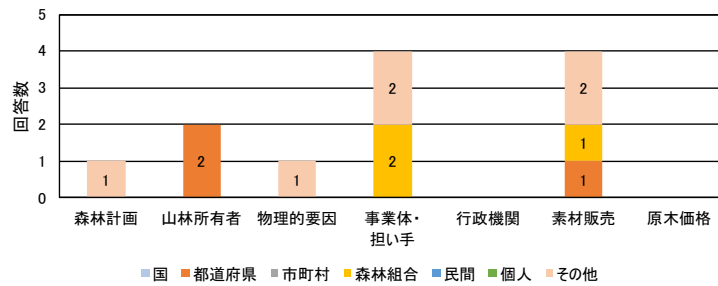


図 4.14 Q3 地域の林業・木材流通が『停滞している』と考えられる理由（京極町）

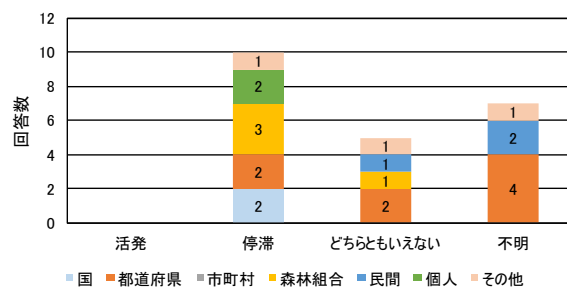


図 4.15 Q4 地域での林地未利用材の利用状況（京極町）

4.2. 開催概要整理

意見交換会で得られた意見は、今後、各地域において未利用材の有効活用することに寄与するものと考えられる。そこで、意見交換会での意見を集約した。

(1) 実証に用いたチップパー機について

今年度の意見交換会では、移動式のチップパー機を用いて現地で木くず化の実証を行った。チップパー機の性能（動力、燃費など）は、トラクター側の出力と油圧量が適合すれば動かすことが可能となる。年間の事業量により、チップパー機の規模も変わる。また、年間の稼働状況により、維持管理費用も変わる。

(2) 実証にかかる施業方法について

今年度の実証では全木集材を主としたものを行ったが、全木集材か短幹集材かは世界的な課題でもあり、土地の事情によって左右されている。そのため、地域の林業の形態や路網条件等で臨機応変に対応することが望ましい。また、葉まで収集してしまうと林地の栄養供給の観点から課題があるので、全木集材は反対であるとの意見もあった。

(3) 実証にかかる木くず生産について

全木集材で集めた未利用材をトラクター牽引式チップパーで処理することによる成果は今年度の実証も踏まえて明らかとなったが、事業者によってはすぐに作業システムを移行できない場合もある。そのため短幹集材でも効率よく未利用材を集める方法を模索したい。

(4) バイオマス事業全般（ビジネスモデル）について

実証事業で用いたトラクター牽引式チップパー機を活用することで、未利用材を活用したビジネスモデルが構築できそうだが、コストが安いものではないために、手が出せない旨の意見が出された。現場に応じた未利用材の活用を検討することが必要となり、1社だけではなく複数社でシステム販売するなど、事業量を確保し、事業規模を安定させることも必要であるとの見解が示された。

(5) 林業の活力と未利用材利用状況について

意見交換会のアンケート結果により、地域における林業や木材流通、未利用材の利用状況等を把握した。今年度の実証地はいずれも、当該地域または周辺地域において、バイオマス発電事業や熱利用事業等が行われている。地域的にはバイオマスの利用側の需要が高いと推察される。

道北地区（中頓別町）では、地域の林業も未利用材利用状況のいずれにおいても停滞しているとの意見が出された。他の地区においても、事業者および林業の担い手が不足しているといった懸念があるとの見解が示された。

以上のことより、バイオマス利用の需要がある地域においても、供給する側の体制が整っていないことや、本来使用したい林地残材が十分に活用しきれていないことが示唆された。

5. 事業実施成果まとめ

本事業では平成 29 年度から 2 か年かけて、主伐事業における伐採から地拵えまで一連の森林施業で高効率・低コストの未利用材の有効活用と、生産性の高い作業システムのコスト把握を行った。また、地域の林業者関係者を参集した現地検討会と意見交換会を開催して、林地未利用材の価値の普及啓発と、より収益性が高い伐採から地拵えおよび木くず生産方法について普及啓発を行った。

各自事業地の作業システムおよび木くず生産方法、並びに出材材積・事業経費一覧は表 5.1 に示すとおりである。

表 5.1 各地区の事業収支まとめ

			平成 30 年度			平成 29 年度			
			道北地区 (中頓別) カラ12 齢級	道北地区 (上川) カラ12 齢級	道央地区 (京極) カラ11 齢級	道東地区 (鶴居村) カラ11 齢級	道央地区 (安平町) カラ12 齢級	道南地区 (北斗市) スギ12 齢級	
作業システム			全木集材	全木集材	短幹集材	全木集材	全木集材	短幹集材	
	林内に散在した未利用材の集荷		無し	無し	無し	無し	あり	あり	
木くず生産方法			トラクター 牽引式	トラクター 牽引式	トラクター 牽引式	クローラ式 切削	クローラ式 破碎	トラクター 牽引式	
現場 条件	実証面積	ha	1.32	0.64	0.63	0.93	0.81	1.89	
	用材出材積	m ³	390.05	90.91	85.95	※186.28	※221.06	※1,100.00	
	パルプ材出材積	m ³	73.72	100.9	54.23				
	未利用材 出材積	おが粉	m ³ 層積	235.00			26.00		
		燃料材	m ³ 層積		93	80.00		303.43	632.00
生産性 コスト	生産性	m ³ /人日	14.05	11.62	20.03	24.28	20.10	12.64	
	伐出コスト	千円/m ³	3.7	4.7	4.0	2.8	3.0	4.4	
	地拵えコスト	千円/ha	787.4	328.1	177.0	131.1	107.1	309.0	
	木くず生産性 コスト	円/m ³ 層積	681	849	972	2,126	1,537	982	
事業費	現場事業費	千円	2,913.9	1,198.9	744.1	759.6	1,220.9	6,040.0	
	間接 事業費	20% 千円	582.7	239.7	148.8	151.9	244.1	1,208.0	
	木材 運搬費	2,000 円/m ³ 千円	927.5	383.6	280.4	372.6	442.1	2,200.0	
	計	千円	4,424.1	1,822.2	1,173.3	1,284.1	1,907.1	9,448.0	
販売費	用材 売上金	用材・ パルプ材 千円	5,054	1,701	1,134	1,590	2,200	10,300	
	未利用材売上金	千円	541	215	163	60	390	620	
	計	千円	5,595	1,916	1,297	1,650	2,590	10,920	
収 支	山林所有者還元金	千円	1,170	93	123	366	683	1,472	
	山林所有者還元金 (ha 換算)	千円	880	140	190	400	840	780	

地域の林業者関係者を参集した意見交換会の開催場所および参集者は表 5.2 に示すとおり、各会場では移動式チップパーの性能の高さに関する質問が多く出され、新たなビジネスモデルに結び付けるための方策などについて活発な意見が出された。また、林地未利用材の集荷方法に関して、主伐施業時の集材方法（全木・短幹）についても質問が出され、地域の地形や林業事業に対応した手法での検討が必要になるとの意見が出された。以上のように、今後需要が高まるバイオマスに関しての建設的な意見等があり、地域の林業関係者の林地未利用材に関心の高さが伺えた。

他方、生産性が高い木くず生産機械の導入補助や人手不足などの厳しい見解も得られた。

表 5.2 意見交換会参加者

区分	平成 30 年度			平成 29 年度		
	道北地区 (中頓別町)	道北地区 (上川町)	道央地区 (京極町)	道東地区 (鶴居村)	道央地区 (安平町)	道南地区 (北斗市)
	10月16日	10月17日	10月19日	12月12日	12月13日	2月19日
国	6	10	5	3	26	9
北海道	12	16	12	29	21	13
他県関係者			3			
市町村	6	7		5	5	5
森林組合	3	11	3	7	17	4
民間事業者	21	33	31	38	23	64
個人	3	1		10	2	2
大学等					2	
主催・講師・事務局	17	16	21	9	9	9
計	68	94	75	101	105	106

5.1. 収益性を確保可能な集荷搬出手法

実証に伴う作業システムは、伐採から地拵えまでの一貫作業と、未利用材の木くず燃料生産まで一体作業として取組み、事業収益の確保を目指した。また作業にあたっては現場作業の安全の確保と労働負荷の低減など労働環境の向上にも配慮した取組みを行った。

実証にあたっては次のコンセプトを設定して事業にあたった。

(1) 作業システム検証のコンセプト

- ① 未利用材の利用の拡大は、木くず燃料となる未利用材を如何に効率よく集荷するかが第一のポイントで、未利用材を効率よく集荷可能な森林施業の作業システムの導入の実証を行った。
- ② 現在北海道内で実施される主伐の作業システムは、全木・全幹集材方式と短幹集材（CTL）方式の2通りがあるが、短幹集材は林内に未利用材が広域に分散するために、未利用材集荷作業が別工程になり、経費的に割高な未利用材の活用となる。このため、実証の作業システムの基本は全木集材システムとし、短幹集材は生産コストの比較データとして、道南地区（北斗市）、道央地区（京極町）で実施した。
- ③ 間伐・主伐事業に伴う一貫作業システムは、国有林を始め北海道においても既の実証されて、効果や課題が整理されているため、これらのポイントに配慮して実証を行った。
- ④ 伐採と地拵えの一貫作業に伴う実践的なポイントは以下のとおり。
 - (A) 伐採・搬出で用いた機械を活用して、伐採・搬出と連携した地拵えを行う。
 - (B) ササ地は、主伐前に実証範囲のササ・低木類を機械式林業用クラッシュャや肩掛け式ブラッシュカッターで全刈して、地拵えの低コスト化をはかる。
 - (C) 全木集材を基本として、集材作業と造材を並行作業とする。
 - (D) 短幹集材実証地は、製品と未利用材集荷を同時作業と計画したが、造材までのボトルネックとなる集材を先行して進め、集材作業が終了してから地拵えと未利用材の集積を同時作業とした。
 - (E) 伐木時の根部の切高は低くして、伐根が集材時の障害にならないよう伐木した。
 - (F) 伐木は低コスト集材に配慮して、集材距離が短くなるよう伐木方向を工夫した。
 - (G) 主伐前に植栽列の現地表示をしたうえで集材を行う計画であったが、全面地拵えを行ったため、現地表示は行わなかった。なお、列状および群状植栽の場合は、主伐前に現地表示を行うことで地拵えの低コスト化がはかれる。
 - (H) 造材時の末木部（小丸太）および枝は細かくきざまず（造材しない）、日射・風通しの良い場所に堆積させ、未利用材の早い自然乾燥を誘導する。
 - (I) 作業道の造成は、地拵え・苗木運搬等も考慮したルートで開設する。
 - (J) 地拵えは機械地拵えを基本とし、作業効率が高いグラップル用大型レーキや、トラクターPTO を使用した林業クラッシュャ地拵えが低コストである。
 - (K) 未利用材は、土場で自然乾燥させた根元部（タンコロ）、末木や枝条を移動式チップー機により山土場で木くず化して、木くず燃料をトラックで運搬する直接供給方式を採用することで、低コストの木くず燃料の供給が可能となり事業収益の確保につながる。

(2) 事業の収益性

伐採から地拵えまでの一貫作業と林地未利用材を山土場で自然乾燥させて、その場で木くず燃料生産の実証の結果、山林所有者への還元は道北地区（中頓別町）88万円/ha、道北地区（上川町）14万円/ha、道央地区（京極町）19万円/ha、平成29年度調査は道東地区（鶴居村）40万円/ha、道央地区（安平町）84万円/ha、道南地区（北斗市）78万円/haであった。

山林所有者への還元は、施業団地の樹種構成、立木密度および作業システム、並びに施業面積の大きさにより収支は変わる。特に、施業面積が小さいと出材積少量となり導入した機械経費と機械回送費率が割高となり事業主益の確保は厳しくなる。

北海道内のカラマツ8・9齢級の主伐時の山林所有者還元金は50～80万円/ha程度を基本とした場合、各地区の実証結果から未利用材収益は、事業収益に対する貢献率は高いと判断できる。なお、道北地区（上川町）および道央地区（京極町）は施業面積が小さいため、地拵え経費を含むと未利用材収入が無ければ事業収支は赤字となる。

平成29年度からの6地区の実証における事業収益を確保するためのポイントは次の3点である。

- ① 伐採から地拵えまでの一体施業で施業面積が1.0ha未満の場合、林地未利用材を有効活用することで、導入機械経費および機械回送費が出材積に占める割合が低く抑えることができ、事業収益の確保につながる。
- ② 伐採から地拵えまでの一体施業で、林地未利用材を散在させずに、まとめて集荷させることにより、グラップルとフォワーダなどによる集積作業がなくなるため事業収益の確保につながる。
- ③ 未利用材の木くず燃料化は、山土場における自然乾燥と移動式チップパー機（グラップル付き）を活用した生産において、最大の事業収益を得ることができる。

(3) 生産性

伐木から桧積までの全てのデータの平均生産性は19.35m³/人日で、昨年の道東地区（鶴居村）の24.28m³/人日が最も高く、次いで道央地区（京極町）、道央地区（安平町）、道北地区（中頓別町）の生産性が高い。道東地区（鶴居村）、道央地区（安平町）、道北地区（中頓別町）は全木集材作業システムである。道央地区（京極町）は短幹集材（搬出距離120m程度）であったが、集材距離が短いため、伐出・搬出コストの差はみられない。

伐出コストは、昨年の道東地区（鶴居村）が2,821円/m³、次いで道央地区（安平町）3,018円/m³、道北地区（中頓別町）3,695円/m³、道央地区（京極町）3,956円/m³である。

平成29年度からの6地区の実証における生産性を確保するためのポイントは次の5点である。

- ① カラマツ伐期齢の主伐の林業機械を使用した生産性は20m³/人日であり、生産性が最も高い作業システムはフェラバンチャとグラップル2台、プロセッサシ

ステムで 25 m³/人日が目標値となる。なお、伐出コストの平均は 3,600 円/m³、生産性が最も高い作業システムでは 2,800 円/m³で目標経費となる。

- ② 伐出から桧積までの工程において、1 ha 程度の小面積施業の場合には、全木集材と短幹集材の生産性・伐出コストの差は生じない。
- ③ 人工林における広葉樹の混交率が高いと生産性は低くなり、伐出コストは割高となる。しかし、広葉樹の末木部は乾燥が早く、木くず燃料の生産量に対する生産性が高いので、なるべく全木集材して未利用材を活用して事業収益の確保をはかる。
- ④ 未利用材を活用する造材は、未利用材を活用しない造材と比較して割高になりやすい。しかし、道外実証事例によれば、根曲り木やあて材の多い人工林において、機械造材時に根元部の切り落とし（追入）を細かくせず一定長（1.0～1.5 m 程度）で機械的に造材して未利用材を販売した場合、生産性と事業収益が向上している。このため、C・D材の造材割合が高い地域では、未利用材の有効活用を考えた造材方法を導入する必要がある。

(4) 地拵え経費

グラップル用大型レーキを使用した地拵え経費の平均値は 188,570 円/ha であり、林業用クラッシャを使用した平均値は 172,153 円/ha であり経費の差は少ない。また、伐木前の林業用クラッシャを使用したササ除去は伐木および集材の作業効率と労働環境を向上させる。しかし、集材後のグラップル用大型レーキを使用した地拵えを不要とするものではないが、集材後の大幅な作業効率の向上がはかられる。

グラップル用大型レーキおよび林業用クラッシャを使用した地拵えは、北海道造林標準単価（約 26 万円）の 7 割程度の経費で仕上がるため、地拵え経費の目標値となる。

平成 29 年度からの 6 地区の実証における効率的な地拵えのためのポイントは次の 5 点である。

- ① 伐木前の機械によるササなどの除去は、伐木・集材作業および地拵え作業効率と労働環境の向上に大きく寄与する。
- ② 伐木前のササなどの除去は可能な限り機械処理を行う。ササ丈があり密度が高い場合の人力処理は事業収益の低下の要因になるので、伐木・集材後の地拵えとする。
- ③ 地拵えは、グラップル用大型レーキを使用することで高効率、低コスト化がはかられる。
- ④ 斜面傾斜 10 度前後のグラップル用大型レーキを使用した地拵え経費は 18 万円/ha が目標値となる。
- ⑤ また、林業用クラッシャ（バックホウ装着型、BOBCAT 型、トラクター牽引型など）は、グラップル用大型レーキを使用した地拵え経費よりも安価な地拵えが可能である。

5.2. 林地未利用材の資源活用促進方法

未利用材の集荷および木くず燃料生産までの検証データの比較分析は、伐木から全木集材および短幹集材による未利用材の集積・運搬から山土場での木くず燃料生産と木くず燃料生産工場における生産工程と費用、並びに木くず燃料の発電所等までの運搬費の分析を行った。各工程のコストおよび生産性は図 5.3 に示すとおりである。

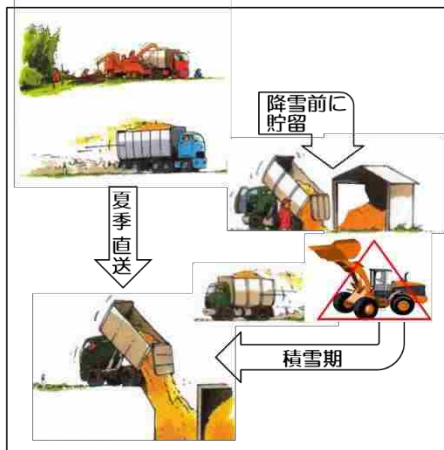
また、平成 29 年度からの 6 地区の実証における効率的で低コストで高効率な木くず燃料生産のポイントは次の 14 点である。

- ① 林内に林地未利用材が散在した場合は、未利用材の集積・運搬には 981 円/m³ 層積 (2,453 円/m³) の経費が必要となるため、林地未利用材を散在させない方法を用いて事業収益の確保をはかる。
- ② グラップル用大型レーキを使用した未利用材集積と地拵えを併用して行うことで、地表の踏み固めなどによる植栽事業への影響は無くなる。
- ③ 短幹集材後の地拵えは、全木集材に比較して経費の掛かり増しと未利用材に土砂が混じるため、活用できる未利用材量は少なくなる。
- ④ グラップル用大型レーキを使用した未利用材の集積では、未利用材を有効活用する認識を持って、土砂などの混合を極力少なくするように配慮した集積が必要である。
- ⑤ 木くず燃料の生産機械は、チップパー機にクレーン・グラップルが装備されている機械を導入することで、グラップルが不要になり事業収益が向上する。
- ⑥ 山土場で木くず燃料を生産する場合と、山土場から 20km 離れた木くず燃料生産工場まで原料を運搬して燃料を生産する経費の差は、山土場で木くず燃料を生産した方が 875 円/m³層積 (2,188 円/m³ (換算係数 2.5)) 安価である。従って、バイオマス利用の先進国で普通に行われる直接供給システム (図 5.2) が最も低コストな木くず生産供給システムである。
- ⑦ 燃料生産工場において低質材をグラップルとクローラ型切削チップパー機を使用した木くず燃料生産経費は 421 円/m³層積である。
- ⑧ 木くず燃料の運搬経費は、10t ダンプ 25km 圏内で 1,296 円/m³層積、50km 圏内 1,740 円/m³層積である。
- ⑨ 木くず生産においては、未利用材を細かく造材せず末木は長尺で、押しつぶさず”ふわっ”と野積みする。また、造材に伴う根部 (追上材) は、短材だと木くず燃料生産時に手間暇がかかるので、出来るだけ長尺に造材して野積みする。
- ⑩ 未利用材の野積みは、極力土砂が混合しないように注意する。
- ⑪ 未利用材の野積み場所は、日射条件と風通しのよい場所を選択する。
- ⑫ 未利用材を野積みする場所は、車両が通行できる林道等の路傍で、路肩から 10m 以内とする (チップパー機のクレーンが届く範囲)。
- ⑬ 未利用材を野積みする場所は、搬出するトラックの進行方向に対して左側に野積みする (移動式チップパー機の丸太呑口を確認)。
- ⑭ 未利用材にブルーシートを被せると乾燥が遅滞する。降雨や降雪対応として未利用材をシートで被う場合には、Walki Biomass Cover や透湿防水シートを使用する。



図 5.1 Walki Biomass Cover (左) と透湿防水シート (右)

(1) 直接供給方式



造材現場で木くず燃料化 → サイロ直送
 一時保管庫 → サイロ

(2) 間接供給方式



造材現場から原木運搬
 一時保管庫で木くず燃料化 → サイロ

図 5.2 燃料材の供給システム

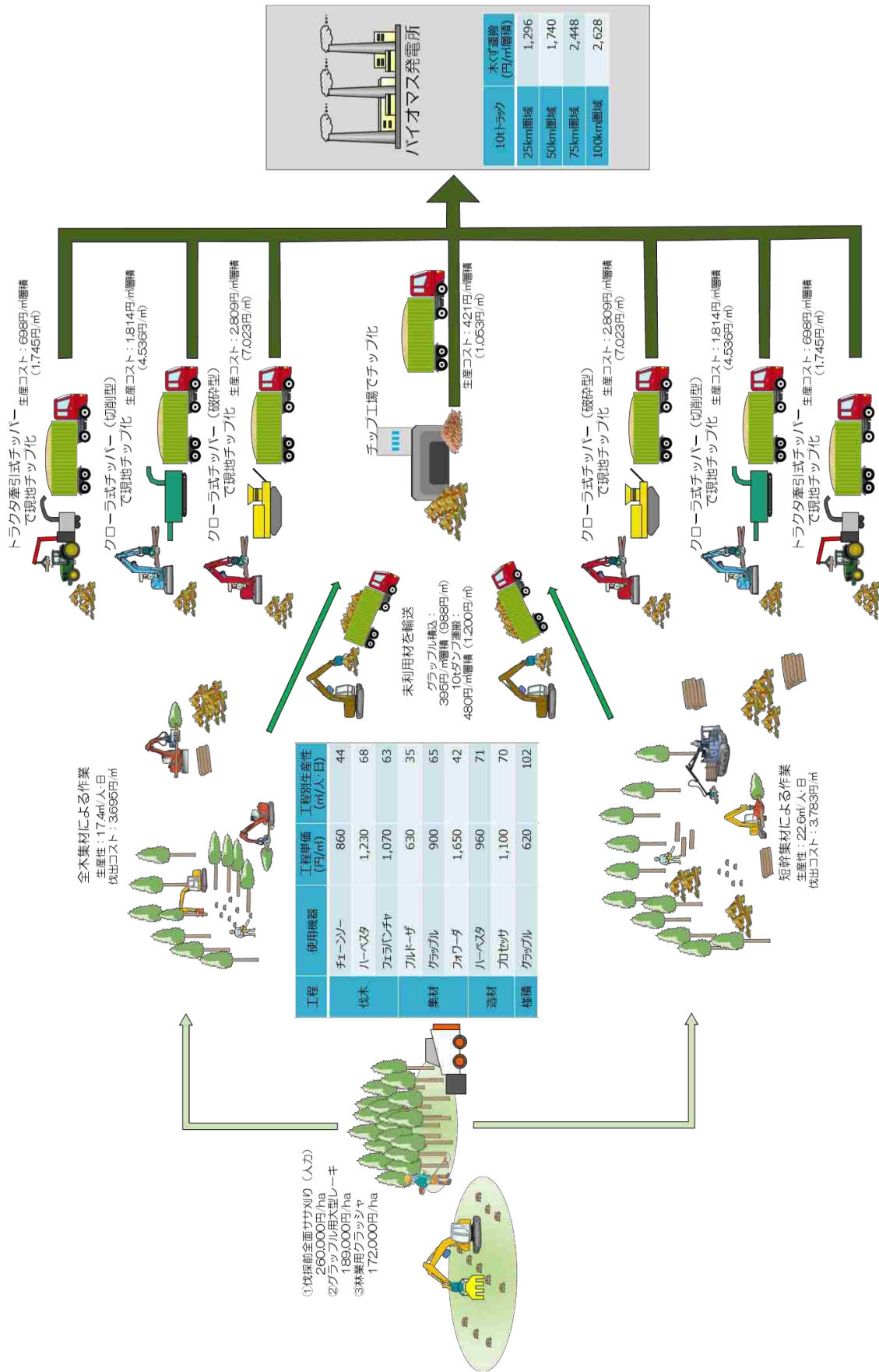


図 5.3 伐木から地拵えおよび木くず燃料生産に至る各工程のコストおよび生産性