

河川支障木チップ製造
調査研究事業
【調査報告書】



2020（令和2）年2月

当別町

目次

1.	はじめに.....	1
1-1.	事業の背景.....	1
1-2.	事業の目的.....	1
1-3.	「調査研究会」の設置・開催の状況.....	1
2.	地域における課題・問題点.....	2
3.	分析サンプル一覧.....	3
4.	河川支障木の状態把握調査.....	4
4-1.	当別川河川敷における調査.....	4
4-2.	岩見沢市北村地区における調査.....	6
5.	河川支障木の運搬調査.....	8
5-1.	運搬手順の整理.....	8
5-2.	運搬コスト(伐採現場から中間土場)試算.....	9
6.	河川支障木のチップ化調査.....	11
6-1.	チップ化の手順確認.....	11
6-2.	チップ化コスト((中間)土場から需要先)試算.....	12
7.	チップの分析.....	13
7-1.	分析サンプルの採取.....	13
7-2.	サンプルの分析.....	15
7-3.	燃焼試験.....	17
8.	河川支障木の乾燥調査.....	21
8-1.	自然乾燥調査.....	21
8-2.	機械乾燥調査.....	27
9.	調査研究会の運営.....	32
10.	今後の課題と展望.....	34
10-1.	研究結果のまとめ.....	34
10-2.	今後の課題と展望.....	34

1. はじめに

1-1. 事業の背景

本町では、2015（平成 27）年度に策定された「当別町まち・ひと・しごと創生総合戦略」における4つの基本目標の一つとして「エネルギー地域分散型都市の形成」を掲げており、本町の行政面積の約 60%を占める森林を活かした木質バイオマス等の事業化の推進によって雇用を創出し、地域循環型で持続可能な社会の構築を目指しています。

平成 30 年度には、公共施設等への木質バイオマスボイラの導入を進めるとともに、地域における木質燃料（チップ）の製造・供給体制を構築に向け、「当別町木質バイオマス熱利用事業化計画」を策定しました。

本年度は、本計画に基づき、既存の重油ボイラの老朽化が進む西当別小学校及び中学校への木質バイオマスボイラ導入に向け、実施設計に着手するとともに、地域の関係者によるコンソーシアム（共同体）を設立し、チップの導入や廃校舎を活用したチップ製造拠点の整備など、木質バイオマス資源の活用に向けた連携体制の構築に向けた取組を進めています。

1-2. 事業の目的

本事業では、当別町が進めている木質バイオマス活用の一環として、通常産業廃棄物などで処分されている「河川支障木」などのバイオマス資源を利用した木質燃料（チップ）製造及び成分分析や燃焼試験など専門的な調査研究を行うこととしています。本調査研究成果によって、公共施設等において河川支障木由来のチップを木質燃料として使用することを想定した地域内における木質燃料製造など、地域の資源を活かした新産業の創造や雇用の創出による地域活性化の動きを拡大するとともに、他自治体などにおいて本調査研究内容を活用した取組を波及させることにより、道内における地域資源の活用を促進することを目的として実施します。

1-3. 「調査研究会」の設置・開催の状況

本事業をはじめとする木質バイオマス活用に向けた取組を進めるに当たっては、地域の中での関係者間の連携体制、いわゆる「地域アライアンス」の構築が最も必要であると考えられます。

本町では、本事業の実施に先立ち、町、町内事業者、国や北海道などの公的機関及び研究機関によって構成する「当別町木質バイオマス地域アライアンス調査研究会」を設置しました。

本調査研究会では、本事業の実施における事業内容の検討や進捗状況の管理のほか、「地域アライアンス」構築に向けた情報・意見交換を行いました。

【開催状況】

第 1 回 令和元年 6 月 25 日 本事業実施に向けた事業内容検討

第 2 回 令和元年 12 月 26 日 中間報告

第 3 回 令和 2 年 2 月 12 日 最終報告

※開催状況の詳細は、第 9 章を参照。

2. 地域における課題・問題点

近年、固定価格買取制度（FIT）による売電を目的とした大規模バイオマス発電所が道内各地に計画、建設されている影響もあり、林地未利用材・間伐材等の丸太（主にパルプ材）の価格が高騰している状況があります。

本町において、間伐材由来の木質燃料（チップ）を利用する場合、上記の状況は、燃料価格の高騰につながり、木質バイオマスの地域利用を阻害する要因になる恐れがあります。

一方、本町は、石狩管内に位置し、札幌市や江別市等の規模の大きな自治体に隣接しているという地理的条件があります。

これらの地域には、公園や街路樹のほか、近年管理の必要性が高まっている防風林、河川の維持管理で発生する河川支障木など、FITにおいて、価格の高い区分とならない木質バイオマス資源が多く存在しています。

本町において、安定的で持続可能な木質バイオマス活用を進めるためには、FITの影響を色濃く受ける林業・林産業の現状を踏まえ、その時代のニーズに適合する仕組みを構築する必要があります。

本事業は、その第一歩として、これまで廃棄物として処理されていた「河川支障木」に着目し、その有効利用に向け、分析試験やコスト計算など必要な調査を実施するものです。



写真 2-1 当別川周辺の空撮写真（令和元年 12 月 23 日撮影）

3. 分析サンプル一覧

河川支障木の有効利用に向け、その性質を明らかにするため、複数のサンプルを採取し、分析を行いました。

本事業において分析を行ったサンプルは表 3-1 のとおりです。各サンプルの分析目的及び掲載している章を一覧表に記載しました。

なお、間伐材は一般的に燃料として利用されている木材として、河川支障木の分析結果と比較するために分析を行いました。

表 3-1 分析サンプル一覧

No.	種別	分析サンプル	分析目的	章	調査内容
①	河川支障木	H30 当別川河川支障木 (輪切)	自然乾燥試験 (林地)	8	含水率
②		R1 北村河川支障木 (チップ)	伐採後の状態確認	4、7	含水率、灰分、発熱量
③		R1 当別川河川支障木 (輪切)	伐採後の状態確認	4	含水率、灰分、発熱量
④		R1 当別川河川支障木 (チップ)	伐採後の状態確認	7	含水率、灰分、発熱量、性状分析 (硫黄、窒素等)、重金属分析 (ヒ素、クロム等)、かさ密度
⑤	間伐材	H30 町内間伐材 (輪切)	自然乾燥試験 (役場敷地)	8	含水率
⑥		R1 町内間伐材 (輪切)	河川支障木との性能比較	4	含水率、灰分、発熱量
⑦		R1 町内間伐材 (チップ)	河川支障木との性能比較	7	含水率、灰分、発熱量、かさ密度

4. 河川支障木の状態把握調査

地域における河川支障木の状況を把握するため、伐採現場等の調査を行いました。

そのうち、当別川河川敷においては伐採現場調査及びサンプル採取、岩見沢市北村地区においては伐採された河川支障木の集積現場調査及びサンプル採取を行いました。調査現場位置は図 4-1、図 4-2 のとおりです。



図 4-1 当別川河川敷河川支障木伐採現場位置図



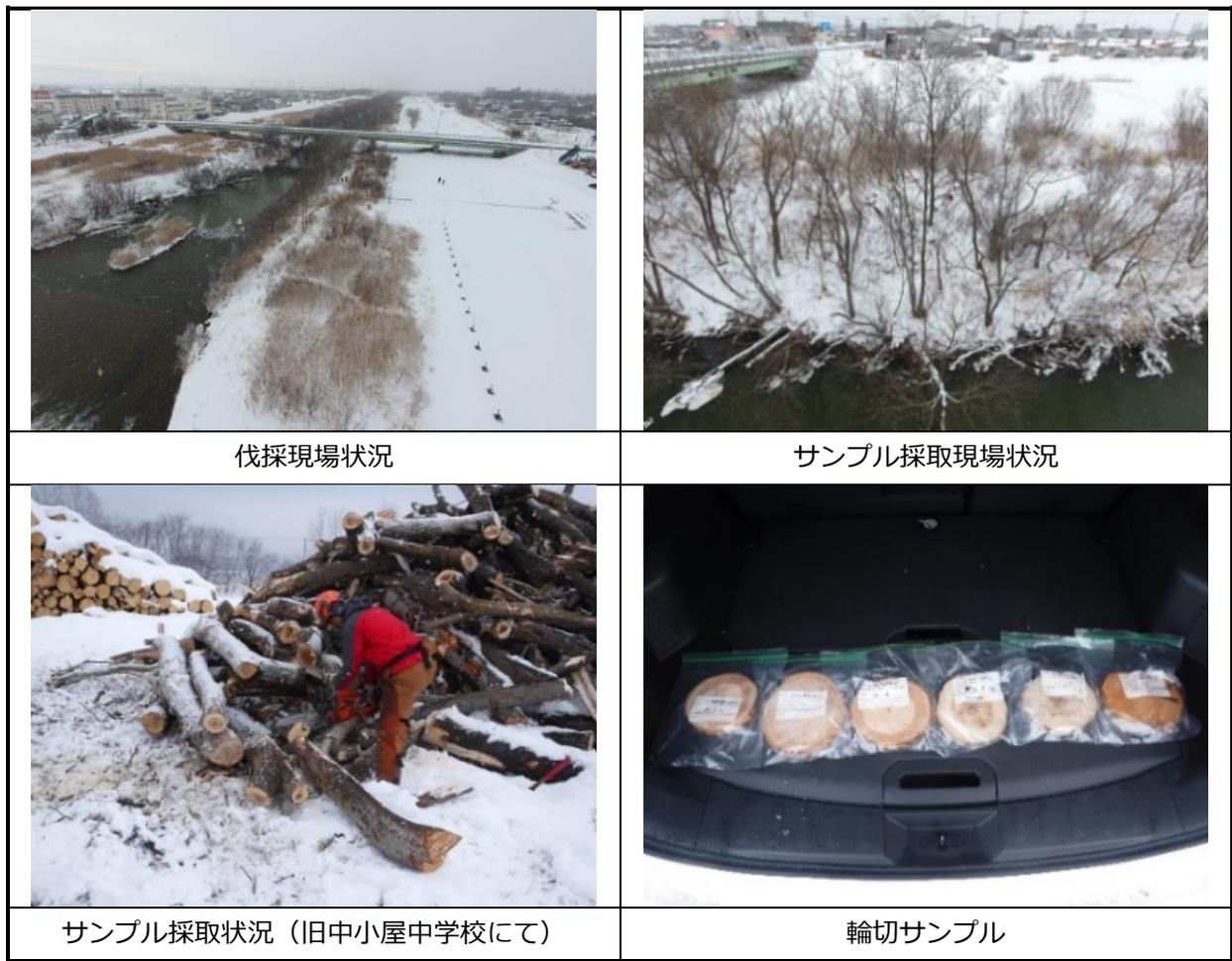
図 4-2 岩見沢市北村地区河川支障木集積現場位置図

それぞれの結果は、以下の通りです。

4-1. 当別川河川敷における調査

当別川河川敷における伐採現場において、UAV（ドローン）による空撮を含む周辺環境の調査を行いました。調査は、令和元年度の当別川河川支障木伐採現場である札幌建設管理部当別出張所付近（当別町栄町付近）及び当別新橋付近（当別町東町付近）にて実施しました。

また、伐採した河川支障木の状態を把握するため、運搬先の中間土場（旧中小屋中学校）にて輪切サンプルを採取し、含水率、灰分及び発熱量の測定を実施しました。



伐採現場状況

サンプル採取現場状況

サンプル採取状況（旧中小屋中学校にて）

輪切サンプル

写真 4-1 UAV 空撮写真及びサンプル採取作業

伐採直後の河川支障木の含水率は、41.3%~52.0%となっており、ヤナギ類とハンノキで差が見られました。灰分はヤナギ類が0.7%、ハンノキが0.4%とハンノキの方が低い値となっており、発熱量もヤナギ類よりハンノキが高い値であったことから、ハンノキはヤナギ類よりも木質燃料として適している可能性があります。今年度伐採の間伐材と比較すると、灰分は間伐材が非常に低い値を示しましたが、含水率は河川支障木の方が低く、真発熱量は河川支障木の方が高い値を示しました。

表 4-1 河川支障木及び間伐材の輪切サンプル分析結果

	サンプル名	含水率(%)	灰分(%)	真発熱量(MJ/kg)	総発熱量(MJ/kg)	品質規格
支障木 当別川	①ヤナギ類	52.0	0.7	7.44	19.55	Class 2
	②ヤナギ類	52.0	0.7	7.35	19.38	Class 2
	③ハンノキ	41.3	0.4	9.62	19.49	Class 2
	平均	48.4	0.6	8.14	19.47	Class 2
間伐材 町内	①トドマツ	60.5	0.2	6.04	20.48	Class 2
	②トドマツ	57.3	0.2	6.80	20.62	Class 2
	③トドマツ	58.0	0.2	6.57	20.44	Class 2
	平均	58.6	0.2	6.47	20.51	Class 2

※真発熱量：総発熱量から水分蒸発に要した熱量（蒸発熱）を差し引いた熱量

※灰分、発熱量は無水換算（水分を考慮しない場合の値）

※品質規格（Class）は（一社）日本木質バイオマスエネルギー協会が定めるものによる（p.7 参照）

4-2. 岩見沢市北村地区における調査

本町コンソーシアム構成員であるチップ製造事業者がチップ化を実施した岩見沢市北村地区の河川支障木堆積現場において、堆積状況の調査を行いました。

また、河川支障木の状態を把握するため、河川支障木の幹部分及び枝条部分をそれぞれチップ化したものをサンプルとして採取し、含水率、灰分及び発熱量の測定を実施しました。



写真 4-2 現場の集積状況及びチップ化作業状況

含水率については、幹部分で 33.2%~50.5%、枝条部分で 40.6%~51.5%といずれも大きなバラつきが見られました。平均含水率は幹部分で 44.4%、枝条部分で 45.7%となっており、幹と枝条で大きな差は見られませんでした。

灰分については、幹部分で 1.1%、枝条部分で 2.3%と枝条部分の方が高い結果となりました。

また、発熱量については真発熱量が幹部分で 9.06MJ/kg、枝条部分で 8.75MJ/kg、総発熱量が幹部分で 19.64MJ/kg、枝条部分で 19.57MJ/kg と、幹部分の方が若干高い結果となりました。

表 4-2 岩見沢市北村地区における河川支障木チップの簡易分析結果

	サンプル名	含水率 (%)	平均含水率 (%)	灰分 (%)	真発熱量 (MJ/kg)	総発熱量 (MJ/kg)	品質規格
幹	KS-11	44.1	44.4	1.1	9.06	19.64	Class2 該当 (灰分 1.5%以下)
	KS-12	46.8					
	KS-13	33.2					
	KS-14	47.6					
	KS-15	50.5					
枝条	KS-16	40.6	45.7	2.3	8.75	19.57	Class3 該当 (灰分 3.0%以下)
	KS-17	42.6					
	KS-18	49.8					
	KS-19	44.2					
	KS-20	51.5					

※真発熱量：総発熱量から水分蒸発に要した熱量（蒸発熱）を差し引いた熱量

※灰分、発熱量は無水換算（水分を考慮しない場合の値）

※品質規格（Class）は（一社）日本木質バイオマスエネルギー協会が定めるものによる

【参考】燃料用木質チップの品質規格

引用：（一社）日本木質バイオマスエネルギー協会 HP

表 木質チップの水分区分

水分区分	水分(wb)M	含水率(db)U	状態
M25	≦25%	≦33%	乾燥チップ
M35	25～35%	33～54%	準乾燥チップ
M45	35～45%	54～82%	湿潤チップ
M55	45～55%	82～122%	生チップ
不燃域 水分55%以上のチップは燃料として不適			

表 木質チップの寸法区分

区分	微細部 投入チップ重量の 10%未満	主要部 投入チップ重量の 80%以上	粗大部 投入チップ重量の 10%未満	最大長
P16	<4mm	4-16mm	16-32mm	<85mm
P26	<4mm	4-26mm	26-45mm	<100mm
P32	<8mm	8-32mm	32-63mm	<120mm
P45	<16mm	16-45mm	45-90mm	<150mm

注) 寸法：ふるいの目開き寸法

表 木質チップの品質規格区分

品質項目	単位	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4
原料		幹、全木 未処理工場残材 	Class 1 + 灌木・枝条・末木 欠陥材・根張り材など 	Class 2 + 剪定枝等 樹皮 未処理リサイクル材 	Class 3 + 化学的処理工場残材 化学的処理リサイクル材 
チップの種類		切削チップ	切削または破碎チップ		
チップの寸法 P			P16 P26 P32 P45	から選択	
水分 M	w-%	M25 M35	M25 M35 M45 M55	から選択	
灰分 A	w-% dry ⁽¹⁾	A1.0 ≦1.0%	A1.5 ≦1.5%	A3.0 ≦3.0%	A5.0 ≦5.0%
N(窒素)、S(硫黄)、Cl(塩素)	w-% dry ⁽¹⁾		N≦1.0、S≦0.1、Cl≦0.1		
重金属	mg/kg dry		As≦4.0、Cd≦0.2、Cr≦40、Cu≦30、 ⁽²⁾ Pb≦50、Hg≦0.1、Zn≦200		
異物 ⁽³⁾		含まないこと			

(1) w-%dry：質量パーセント（乾量基準）

(2) As（ヒ素）、Cd（カドミウム）、Cr（クロム）、Cu（銅）、Pb（鉛）、Hg（水銀）、Zn（亜鉛）

(3) 金属、プラスチック類、擬木（合成木材、複合木材）、土砂、石など

5. 河川支障木の運搬調査

5-1. 運搬手順の整理

河川支障木を木質燃料（チップ）として利用する場合、チップを製造する場所やチップ利用先まで運搬する必要があります。

本項では、伐採の状況や本町におけるチップ製造体制を元に伐採現場から中間土場までの伐採及び運搬の手順を以下の①～③のように整理しました。

① 伐採

河川支障木を伐採する際には、現地状況の確認（構成樹種、胸高直径、樹木高さ等）、伐採範囲の決定、チェーンソー等による伐採作業、1次集積場所の確保を行う必要があります。

② 1次集積

河川支障木を中間土場に運搬する場合、伐採後、河川敷等のスペースに一度集積し、まとまった量をダンプ等で運搬する方法が効率的と考えられます。

③ 中間土場への運搬及び集積

伐採した河川支障木は1次集積後、中間土場への運搬を行います。運搬には、大型ダンプを使用し、グラップル等で集荷を行います。また、運搬量が少量の場合には、ユニック車を使用する方法もあります。

中間土場へ集積した河川支障木は、省スペースやチップ化の際の効率化のため、適宜グラップル等で整理・仕分けを実施する必要があります。

また、チップの利用先の状況によっては、一定期間自然乾燥させる必要があることから、幹部分と枝条部分を選別するなどの作業が生じる場合もあります。

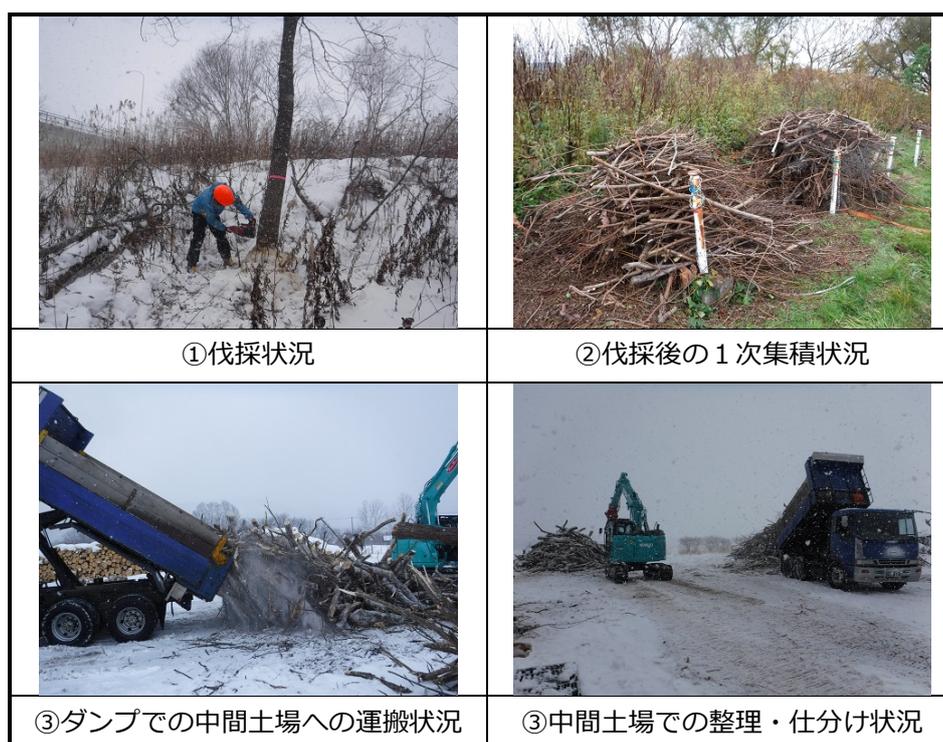


写真 5-1 河川支障木の運搬作業状況

5-2. 運搬コスト（伐採現場から中間土場）試算

河川支障木を伐採箇所から中間土場まで運搬する作業について、コストを算出しました。

コスト算出に当たっては、実際の河川支障木伐採運搬作業時に①河川支障木の積込に要した時間、②運搬に要する時間、③荷卸しに要した時間、④車両回送に要した時間。⑤移動距離、⑥燃料使用量（ダンプ、グラブプル）をそれぞれ記録し、河川支障木運搬に係る作業ごとの人件費や、使用した車両・機械に使用した燃料費についても算出しました。なお、グラブプルは積込作業以外にも、河川支障木の仕分け・整理作業を行っており、常に稼働していました。

運搬距離は当別川河川敷から、中間土場（チップ化作業場所）である旧中小屋中学校までの約12.5kmでした。運搬作業は令和2年1月13日から令和2年1月25日までの間で8日間実施しました。



図 5-1 当別川河川敷（伐採箇所）～中小屋中学校（中間土場）の経路図

人件費は、国土交通省「公共工事設計労務単価表」より、10tダンプの積込、輸送、荷下、帰路における単価は、運転手（一般）17,200円/日（1日8時間分の労務単価）を参考に、グラブプルの仕分・投入における単価も同様の基準にて定められた運転手（特殊）20,200円/日（1日8時間分の労務単価）を参考に算出しました。また、燃料単価については、ダンプ分の最終的な燃料費123,690円を使用量1,316（L）で割ることで算出しました。なお、8日間の作業で運搬した河川支障木の体積は**1652.1m³**でした。

記録データを基に算出した河川支障木運搬コストを以下の表 5-1 にまとめました。運搬に係るコストは、人件費、燃料費から 8 日間で 856,984 円となりました。つまり、1 日当たり約 **107,123 円** となります。河川支障木体積 (m³) 当たりの費用は約 **519 円/m³** となりました。

なお、「木質バイオマスボイラー導入・運用にかかわる実務テキスト」(林野庁,平成 24 年)では、林地残材集荷における今回の運搬費用「積込・輸送」に該当するコストは、「林地残材運送：2,400 円/t」、「中間施設積込：500 円/t」とされており、中間土場への運搬にかかる費用は 2,900 円/t とされています。

本調査結果から得られた約 519 円/m³を 0.4t/m³ (「長野県における林地残材の木質バイオマスエネルギー利用に関する基礎研究」(渡辺ら,平成 24 年)におけるカラマツの全乾比重より引用)で t 換算すると、約 1,298 円/t となり、林地残材集荷の場合の運搬コストより安価となる結果となりました。

ただし、作業の難易度や運送距離等の条件による差異でかかるコストが変動する可能性があります。また、本調査では、車両・機械損料、諸経費などを考慮していないことから、実際のコストは試算額より高くなると考えられます。

表 5-1 河川支障木運搬に係るコスト算出結果

項目	経費	単位	数量	単価	金額	日平均額	備考
10t ダンプ	積込	min	923	36	33,239	4,155	8 日間 (計 12 台) 稼働
	輸送	min	1,774	36	63,868	7,983	
	荷下	min	237	36	8,536	1,067	
	帰路	min	1,771	36	63,767	7,971	
	燃料	L	1,316	94	123,690	15,461	
グラップル	仕分・投入	min	11,040	42	463,680	57,960	8 日間 (計 16 台) 稼働
	燃料	L	1,066	94	100,204	12,526	
合計					856,984	107,123	

※10t ダンプ人件費単価について：17,200 円 ÷ 8h ÷ 60min = 36 円

※グラップル人件費単価について：20,200 円 ÷ 8h ÷ 60min = 42 円

※燃料費単価について：123,690 円 ÷ 1,316L = 94 円

6. 河川支障木のチップ化調査

6-1. チップ化の手順確認

本項では、土場でのチップ化作業及び需要先への運搬の手順を以下の①～④のように整理しました。

① 仕分け・整理

チップパーに河川支障木を投入する際の効率化を図るため、必要に応じて集積された河川支障木をグラップル等で整理します。また、需要先のニーズなどにより、河川支障木の幹部分と枝条部分ごとにチップを生産する場合は、同時に仕分け作業を行う必要があります。

② チッパーへの投入

チップパーへの投入は、グラップルなどを使用して行います。一度に多量の河川支障木を投入すると、チップパーの故障につながる恐れがあるため、太い幹部分であれば1本ずつ投入するなど投入量を調整する必要があります。

また、長い河川支障木は、あらかじめ投入可能なサイズに割るなどの作業を行う必要があります。

③ ダンプへの積込

ダンプへの積込は、チップパーのチップ排出口をダンプ荷台の上部に設置し、チップ化と同時に行います。

ダンプへの積込量の確認は目視で行い、荷台が満杯になるとチップパーを停止させます。

④ 運搬

積込が完了すると、荷台にチップ飛散防止用のネットを被せ、需要先まで運搬します。



写真 6-1 河川支障木のチップ製造作業状況

6-2. チップ化コスト（（中間）土場から需要先）試算

本項では、中間土場（または伐採現場）において河川支障木をチップ化し、需要先まで運搬する際のコストを試算しました。

チップ化コストには、作業人件費、使用機械の燃料費（ダンプ、グラップル、チップパー）が挙げられるため、調査に当たっては、①チップ積込に要した時間（チップ化に要した時間）、②チップ運搬に要する時間、③チップ荷卸しに要した時間、④車両回送に要した時間をそれぞれ記録し、作業ごとの人件費及び使用した車両や機械に使用した燃料費等を算出した上で、チップ化作業に係るコストを試算しました。今回収集したデータは、令和元年11月28日～29日に実施した岩見沢市北村地区におけるチップ化及び需要先である江別市内の発電所までの運搬に係るものです。なお、運搬したチップの量は、**27.9 t（絶乾重量）**でした。

人件費は、国土交通省「公共工事設計労務単価表」より、10tダンプの積込、輸送、荷下、回送における単価は、運転手（一般）17,200円/日（1日8時間分の労務単価）を参考に、グラップルの仕分作業、チップパー作業における単価は運転手（特殊）20,200円/日（1日8時間分の労務単価）を参考に算出しました。また、燃料単価は5-2にて算出した値を用いました。

表6-1に各作業におけるコスト計算結果をまとめました。チップ化・チップ運搬に係る総コストは、人件費、燃料費から**144,932円**となりました。また、1日当たりでは**72,466円**となりました。

表 6-1 チップ化作業・チップ使用箇所への運搬作業

項目	経費	単位	数量	単価	金額	日平均額	備考
10t ダンプ	積込	min	370	36	13,320	6,660	2日間（計2台） 稼働
	輸送	min	295	36	10,620	5,310	
	荷下	min	120	36	4,320	2,160	
	帰路	min	340	36	12,240	6,120	
	燃料	L	150	94	14,100	7,050	
グラップル	仕分・投入	min	1,125	42	47,250	23,625	2日間（計2台） 稼働
	燃料	L	125	94	11,750	5,875	
チップパー	チップ加工	min	370	42	15,540	7,770	2日間（計2台） 稼働
	燃料	L	168	94	15,792	7,896	
	消耗材	式					
合計					144,932	72,466	

※10tダンプ人件費単価について： $17,200 \text{円} \div 8\text{h} \div 60\text{min} = 36 \text{円}$

※グラップル人件費単価について： $20,200 \text{円} \div 8\text{h} \div 60\text{min} = 42 \text{円}$

※燃料費単価について： $123,690 \text{円} \div 1,316\text{L} = 94 \text{円}$

今回製造したチップ量27.9tで総コスト144,932円を除くと、チップ1t当たりの生産コストは約**5,195円/t**となりました。

「バイオマスエネルギー導入ガイドブック（第3版）」（NEDO,平成22年）では、木質チップの価格は12,000円/tとなっている事例が紹介されています。また、「木質バイオマスボイラー導入・運用にかかわる実務テキスト」（林野庁,平成25年）では、日本での木質チップの取引価格はおおむね8,000円～15,000円/tとされています。これらと比較すると、5,195円/tのチップ生産コストは比較的安価であると考えられます。また、本調査では、車両・機械損料、諸経費などを考慮していないことから、実際のコストは試算額よりも高くなると考えられます。

7. チップの分析

木質チップは原料や取扱い方法によって含水率、灰分、含有成分等が多様であり、利用時の燃焼効率や灰発生量に影響します。そのため、木質チップの性質を予め把握することは、用途に応じたチップを生産するため必要な要素と言えます。

本事業では、河川支障木由来のチップの性質を把握するための分析調査を実施しました。

7-1. 分析サンプルの採取

岩見沢北村地区及び当別町内で、木質チップの分析調査に用いるサンプルを採取しました。チップ化には、Wood Hacker MEGA561DL を使用し、チップ排出口から直接フレコンバッグ（容量1t）に採取しました。その後、密封袋にサンプル採取し、速やかに各分析試験箇所に輸送しました。また、河川支障木由来のチップとの比較のため、今年度に伐採した間伐材についてもチップサンプルを採取し、同様に分析を行いました。

分析項目は、簡易分析（含水率、灰分、発熱量、かさ密度）、性状分析（窒素分、塩素分、硫黄分）、重金属分析（ヒ素、カドミウム、全クロム、銅、全水銀、鉛、亜鉛、ニッケル）です。

なお、今回採取・分析したサンプルは表 7-1 のとおりです。分析については、表の①～③の全てについて簡易分析、②についてのみ性状分析・重金属分析も実施しました。

表 7-1 分析サンプル一覧

No.	サンプル名	採取日	分析項目	採取部分
①	R1 北村河川支障木	R1.11.27	簡易分析	枝条・幹
②	R1 当別川河川支障木	R2.1.17	簡易分析、性状分析、重金属分析	幹
③	R1 町内間伐材	R2.1.17	簡易分析	幹



写真 7-1 サンプル採取状況

7-2. サンプルの分析

表 7-2 に採取したサンプルの分析結果をまとめました。

① R1 北村河川支障木

含水率が枝条で 45.7%、幹で 44.4%と高い結果となりました。灰分は枝条で 2.3%、幹で 1.1%でした。発熱量は幹が枝条よりも高い結果となりました。

② R1 当別川河川支障木

含水率は 52.5%で、灰分は 2.9%で、発熱量は 7.24%でした。①と比較すると水分は②の方が高く、灰分、発熱量は大きく変わらない結果となりました。これは、①のサンプルが伐採後 2 ヶ月程度経過したものであったのに対し、②、③のサンプルは伐採直後のものであり、乾燥の進行に差があったものと推測されます。

また、重金属分析の結果は、ほとんどの項目で p.7 に記載した（一社）日本木質バイオマスエネルギー協会の示す品質規格を満たしたものの、カドミウムについては規格基準が 0.2mg/kg 以下であるのに対し、本調査におけるサンプルでは 0.7mg/kg であり、基準を上回りました。

ただし、この品質規格は、法令上の規制値ではないこと、また、この基準が適合されるチップは、建築用材や合板などリサイクル材由来のチップであり、自然由来のチップの基準ではないことなどを考慮する必要があります。なお、同協会が発行する「地域ではじめる木質バイオマス熱利用」（（一社）日本木質バイオマスエネルギー協会,平成 30 年）によると、一般に木質バイオマスの主灰には、13.1mg/kg 程度のカドミウムが含まれていることが示されています。

焼却灰の利用方法の検討に当たっては、本調査におけるサンプルの分析結果だけでなく、他のサンプルの採取による分析も踏まえるとともに、利用方法によって適宜評価する必要があります。

③ R1 町内間伐材

含水率と真発熱量については、②の河川支障木とはあまり差が見られませんでした。灰分は 0.5%と、河川支障木と比較すると非常に少なく、河川支障木と間伐材との差がよく見られました。かさ密度については、②の河川支障木よりも少ない値となりました。

表 7-2 チップサンプルの分析結果

分析項目	①R1 北村河川支障木 R1.11.27 サンプルング		②R1 当別川支障木 R2.1.17 サンプルング	③R1 町内間伐材 R2.1.17 サンプルング
	枝条	幹	幹	幹
【簡易分析】				
含水率(%)	45.7	44.4	52.5	54.2
灰分(%)	2.3	1.1	2.9	0.5
発熱量(MJ/kg)	8.75	9.06	7.24	7.47
かさ密度	-	-	170	140
【簡易分析】				
窒素分(質量%)	-	-	0.21	-
塩素分(質量%)	-	-	0.01 未満	-
硫黄分(質量%)	-	-	0.1 未満	-
【重金属分析】				
ヒ素(mg/kg)	-	-	0.1 未満	-
カドミウム(mg/kg)	-	-	0.7	-
全クロム(mg/kg)	-	-	6	-
銅(mg/kg)	-	-	3	-
全水銀(mg/kg)	-	-	0.01 未満	-
鉛(mg/kg)	-	-	1 未満	-
亜鉛(mg/kg)	-	-	62	-
ニッケル(mg/kg)	-	-	5	-

※性状・重金属分析結果は全て無水状態の含量

7-3. 燃焼試験

木質バイオマスボイラの燃料として河川支障木由来のチップを使用することを想定し、実機による燃焼試験を行いました。

試験は、株式会社緑産北海道支社において、オーストリアのメーカーである Herz 社の木質バイオマスボイラ「fire matic 80」を使用して行いました。

使用するチップは、北村河川支障木及び当別川河川支障木由来のチップであり、幹部分と枝条部分に分けて使用しました。

なお、上記のチップは、あらかじめフレコンバッグに入れて倉庫に保管していましたが、保管場所の室温低下によりチップが部分的に凍結している状態でした。凍結状態のチップをボイラに投入した場合は、適切な試験データが得られないと判断し、一晩、ブルーシート（5.6×3.4m）上にチップを平らに敷き、ジェットヒーターの熱風を当てることで解凍を行いました。翌日には、凍結が見られなかったため、試験を実施しました。

試験には、北村河川支障木では幹部分及び枝条部分のチップを各 10kg、当別川支障木では枝条部分のチップを 129kg、幹部分のチップを 146.2kg 使用しました。

北村河川支障木では、目合い 4.5cm のスクリーンで振るい、規格外サイズのチップは取り除きました。ボイラへの導入はサイロから行い、河川支障木チップがスクリーンに詰まることなくボイラまで送り込まれるか、確認して行いました。なお、サイロにチップを投入してから火格子手前のホッパーに到達するまでの所要時間は約 5 分程度でした。当別川河川支障木では、スクリーニングを実施しないで、スクリーンに詰まることなくボイラまで送り込まれるか確認しました。また、トラック等でチップの搬入を行う際に使用する投入口から導入しました。

試験の概要及び試験実施状況を以下にまとめました。燃焼試験の結果、河川支障木は問題なく着火し、燃焼することが確認されました。また、当別川河川支障木の幹についてのみ、スクリーンに長さ 23cm のチップが詰まるトラブルが確認されました。燃焼後の灰を測定した結果、各 10kg を燃焼させた北村河川支障木では灰重量は枝条、幹ともに燃焼前の 0.1% 程度であり、燃焼灰の見た目からは通常の間伐材と大きな差は見られませんでした。129kg を燃焼させた当別川支障木の枝条では灰重量は燃焼前の 1.47% 程度、146.2kg を燃焼させた当別川河川支障木の幹では灰重量は燃焼前の 1.66% 程度となっており、北村河川支障木より多い結果となりました。

含水率が高い状態のチップを冬期間に使用する場合は、凍結の恐れがあること、また、特に小型の木質バイオマスボイラにおいては、ボイラの規格により推奨される含水率の上限が定められており、チップの含水率が高いと燃焼効率が低下する恐れがあることなどから、含水率を効率よく低下させる仕組みを検討する必要があります。

表 7-3 試験実施概要

試験場所	使用機	試験日	燃焼サンプル	試験内容
株式会社緑産 北海道支社	fire matic 80	R2.1.23	北村河川支障木（枝条・幹）	河川支障木の燃焼不具合の有無 灰発生量
		R2.2.14~15	当別川河川支障木（枝条・幹）	チップ詰まりの有無

表 7-4 株式会社緑産での燃焼試験結果

No.	サンプル	試験日	含水率	燃焼量	灰重量	規格外による除外量	その他
①	北村河川支障木 (枝条)	R2.1.23	43~48%	10kg	8.8g	600g (全体の6%)	問題なく燃焼
②	北村河川支障木 (幹)	R2.1.23	47%	10kg	9.8g	400g (全体の4%)	問題なく燃焼
③	当別川河川支障木 (枝条)	R2.2.14~15	32%	129kg	1,904g	0g	問題なく燃焼
④	当別川河川支障木 (幹)	R2.2.17~19	33%	146.2kg	2,427g	0g	詰まり発生



写真 7-2 燃焼前準備状況



写真 7-3 燃焼試験実施状況

火格子	火格子上部の管（火格子側）
火格子上部の管（火格子側）	灰排出口
燃焼灰：北村支障木（幹）	燃焼灰：北村支障木（枝条）
燃焼灰：間伐材（比較用サンプル）	燃焼灰：林地残材（比較用サンプル）

写真 7-4 燃焼後状況

8. 河川支障木の乾燥調査

河川支障木のみならず自然由来のチップの使用に当たり、その用途により原木又はチップを乾燥させ、含水率を低下させる必要がある場合があります。

本事業では、低コストで河川支障木を乾燥させるために必要な調査を実施しました。

8-1. 自然乾燥調査

1) 役場敷地内自然乾燥調査

本事業の実施に先立ち、平成 30 年度に町内で伐採された間伐材を平成 30 年 11 月から令和元年 11 月までの約 1 年間、役場庁舎敷地内に丸太状態で保管し、1 年後の含水率の変化を確認しました。設置の際にはブルーシートを被せたもの、被せなかったものと 2 種類の試験区を用意しました。本試験の状況及び結果を表 8-1 にまとめました。

調査開始時点での含水率は 47.8%と非常に高い値を示していました。これを 1 年間乾燥させた場合に、ブルーシートの有無で大きな差が生じました。ブルーシートを被せなかった試験区では、含水率は 34.1%とまだ比較的高い数値であったのに対し、ブルーシートを被せた試験区では含水率は 18.0%と非常によく乾燥していました。

このようなブルーシートの有無による含水率低下の差は、主に「降雨や降雪による濡れ防止」のほか「保温効果の可能性」（「野外乾燥時期の違いとビニールシート被覆によるスギ枝条の乾燥過程」（寺岡行雄・合志知浩、日林試 2011））などによるものであると考えられ、自然乾燥において、ブルーシートのような遮蔽物を設置することは、低コストで効果の高い方法だと考えられます。

表 8-1 役場敷地内自然乾燥調査の状況

サンプル名	設置状況	含水率
<p>保管開始時 (H30.11)</p>		<p>含水率 47.8%</p>
<p>1年自然乾燥後 (シート無し) (R1.11)</p>		<p>含水率 34.1%</p>
<p>1年自然乾燥後 (シート有り) (R1.11)</p>		<p>含水率 18.0%</p>

2) 林地内自然乾燥調査

平成 30 年度に伐採した河川支障木について、平成 30 年 11 月から令和元年 11 月までの約 1 年間、当別町内林地に残置し、1 年後の含水率を測定しました。設置した河川支障木の中から任意に 5 本を選びサンプルとし、含水率の測定を行いました。

表 8-2 に測定結果を示します。設置から 1 年後の含水率は 5 サンプルの中で 29.0%~48.6% とバラつきが見られました。このような含水率の差は、木ごとに異なった地面との接地、日当たり、風通し等の状況によって生じたものと考えられます。

5 サンプルの含水率の平均は 37.4% でした。(一社) 日本木質バイオマスエネルギー協会が示す「燃料用木質チップの品質規格」(p.7 参照) では、木質チップの含水率が 35.0% 以下であれば、通常のボイラで良好な燃焼状態を示すとされており、今回含水率が 35.0% 以下に下がったサンプルも見られたことから、河川支障木を林内に残置した場合でも、置き方や乾燥場所を工夫することで、サンプル全体の含水率を 35.0% 以下まで減少させることも可能であると考えられます。例えば、前項に示したように、ブルーシートを被せる処置も有効であると考えられます。

表 8-2 林地内自然乾燥調査の状況

サンプル名	樹種	含水率
KS-01	ヤチダモ	含水率 33.2%
KS-02	ハリエンジュ (ニセアカシア)	含水率 29.0%
KS-03	ドロノキ	含水率 48.6%
KS-04	ヤマハンノキ	含水率 43.2%
KS-05	ヤチダモ	含水率 33.2%
平均含水率		含水率 37.4%



写真 8-1 林内への設置状況

3) 中間土場における自然乾燥調査準備（試験区設置）

令和元年度に伐採した当別川河川支障木について、中間土場である旧中小屋中学校に運搬後、中間土場における自然乾燥調査として、4つの試験区を設置しました。試験区は表 8-3 とおりです。また、設置時の含水率は p.16 の表 7-2 に示した 52.5%となっています。

表 8-3 設置試験区一覧

区分		ブルーシート		含水率（設置時）
		有り	無し	
パレット	有り	試験区①	試験区②	52.5%
	無し	試験区③	試験区④	

前述の役場敷地内自然乾燥調査などの結果から、ブルーシート遮蔽の有無による調査を引き続き実施するとともに、新たに地表への設置の有無が含水率の推移に与える影響を調査するため、輸送等に使用するパレットの設置と組み合わせて試験区を設置することとしました。

自然乾燥については、低コストであるものの比較的長い期間（半年から1年程度）が必要であると考えられることから、次年度以降も含水率変化の推移を継続調査する必要があります。



写真 8-2 試験区設置作業状況 (1)



写真 8-3 試験区設置作業状況 (2)

8-2. 機械乾燥調査

乾燥技術は大きく自然乾燥と人工乾燥（機械乾燥）に区分されます。自然乾燥は最も簡便な方法ですが、天候に左右され、比較的敷地面積が必要になります。一方、機械乾燥は一定のエネルギーやコストが係りますが、季節や立地に左右されず短時間での乾燥が可能となります。機械乾燥は人工的に熱エネルギーを与える方式で、ドラム・ドライヤー方式、低温ベルト・ドライヤー方式、コンテナやチップ倉庫を用いた固定方式など、多様な種類があります。

本町では、西当別小学校及び中学校への木質バイオマスボイラ導入に当たっては建築物の新設が不要であり、木質チップ搬入が容易であることなどから、バイオマスボイラ・バックアップ用重油ボイラ・チップ燃料室を海上輸送コンテナに納めた仕様のシステムの採用を予定しています。

現在検討されているチップ燃料室は、木質バイオマスボイラによる熱源で加温された空気をチップ燃料室下部から吹き出すことを予定しております。

本事業では、木質チップを需要施設（西当別小学校・中学校）に搬入した状態で、機械による送風乾燥を行うことを想定し、機械乾燥の課題を抽出するための調査を実施しました。

1) 調査方法

機械乾燥調査には、西当別小学校及び中学校へ導入予定のチップ燃料室をコンパネとアングルで1/6スケールで再現し、吹き出し管を模擬した塩化ビニル管を取り付けたモックアップ装置を使用しました。

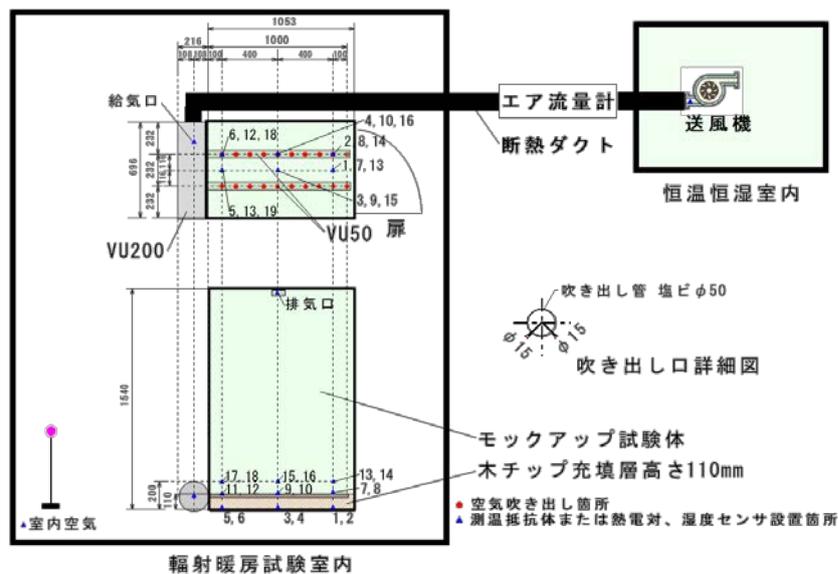


図 8-1 モックアップ装置概要図



写真 8-4 試験装置設置状況

装置には、西当別小学校及び中学校で導入予定の木質バイオマスボイラ（定格出力 301kW、定格熱効率 92.4%）の 1 時間の最大燃料投入量に見合うチップ（令和元年度に製造された河川支障木（ヤナギ）及び間伐材(トドマツ)）を充填しました。試験開始時のチップの仕様は表 8-4 のとおりです。

西当別小学校及び中学校の機械室前で冬期間に測定した温湿度から、送風空気を温度 15℃相対湿度(RH：ある気温における飽和水蒸気圧に対する実際の空気の水蒸気分圧の比)30%に設定しました。また、風量は導入予定の送風用換気システム（作成した燃料室の大きさに調整）に合わせて 70m³/h とし、吹き出し管（塩化ビニル管φ50 mm）から空気を 1 時間吹き出し、乾燥を行いました。

なお、試験は 4 回実施しました（試験 No.1～4）。各試験で使用したチップや送風空気温度などの条件は表 8-5 のとおりです。



写真 8-5 機械乾燥調査実施状況

表 8-4 試験用チップの仕様一覧

サンプル名	含水率(%)	灰分(%)	真発熱量(MJ/kg)	総発熱量(MJ/kg)
河川支障木（ヤナギ幹）	42.9	1.1	19.6	9.4
河川支障木（ヤナギ枝条）	46.3	2.3	19.6	8.7
間伐材（トドマツ）	51.6	0.2	20.6	8.1

※含水率は湿式基準 W.B.（水分量 ÷（水分量 + 固形分量））で記載

※真発熱量：総発熱量から水分蒸発に要した熱量（蒸発熱）を差し引いた熱量

※灰分、発熱量は無水換算（水分を考慮しない場合の値）

表 8-5 試験条件

試験 No.	1	2	3	4
チップ種別	河川支障木	河川支障木	河川支障木	間伐材
送風空気入口設定温度(℃)	15	40	50	40
試験前チップ重量(kg)	20.20	20.25	20.23	20.39
試験前チップ含水率(W.B.%)	42.1	34.8	46.9	50.0
試験開始時チップ平均温度(℃)	10.3	12.2	12.6	11.4

2) 調査結果

送風乾燥を終えたチップについて、①木チップの平均乾燥速度及び乾燥効率、②木チップの乾燥むらを評価しました。

① 木質チップの平均乾燥速度及び乾燥効率

各乾燥試験における試験結果は表 8-6 のとおりです。試験後のチップの重量減少（乾燥速度）と、蒸発に使用されたエネルギー量、送風による投入エネルギー量から算出される乾燥効率を算出しました。また、送風設定入口温度と乾燥速度、送風による投入エネルギー量、乾燥効率の関係は図 8-2 のとおりです。

送風設定入口温度を上昇させると乾燥速度は増加しますが、投入エネルギー量に見合った増加ではないため、乾燥効率は低下しました。このため、乾燥効率から考えると、送風設定入口温度は上昇させない方がよいということが分かりました。含水率の低下については、最大で1時間当たり2.5W.B%の低下に留まっていました。例えば、試験 No.4 において、含水率を50%から45%まで低下させるには、2.2kg/hの乾燥速度が必要です。

また、河川支障木、間伐材の相違で乾燥速度、乾燥効率に大きな違いは見られませんでした。

表 8-6 各乾燥試験における試験結果のまとめ

試験No.	1	2	3	4
供試木チップ	河川支障木	河川支障木	河川支障木	林地間伐材
送風設定入口温度[°C]	15	40	50	40
試験前重量[kg]	20.20	20.25	20.23	22.39
試験後重量[kg]	19.63	19.51	19.36	21.63
重量減少[kg]、乾燥速度[kg/h]	0.57	0.74	0.87	0.76
試験前含水率[W.B%]	42.1	34.8	46.9	50.0
試験後含水率[W.B%]	40.4	32.3	44.5	48.2
送風による投入エネルギー量[Wh/h]	2010.8	3688.0	4358.2	3590.3
平均チップ温度[°C]	8.8	15.7	18.0	14.8
水の蒸発潜熱量[kJ/kg]	2.477	2.461	2.455	2.463
蒸発に使用されたエネルギー量[Wh/h]	1400.1	1825.1	2139.6	1880.8
乾燥効率[%]	69.6	49.5	49.1	52.4

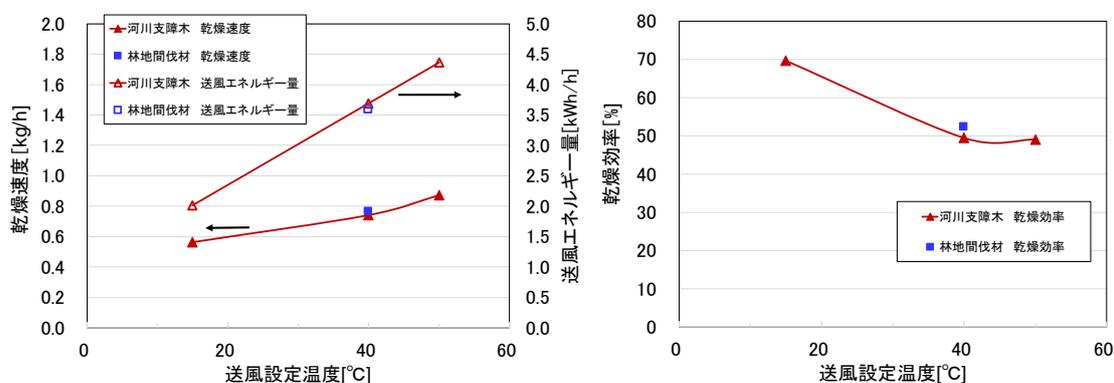


図 8-2 送風設定入口温度と乾燥速度、送風による投入エネルギー量、乾燥効率の関係

② 木質チップの乾燥むらについて

装置に充填したチップを図 8-3 に示す箇所から採取し、それぞれの含水率変化から乾燥むらの評価を行いました。乾燥むらの評価は試験 No.1、No.2 にて実施しました。

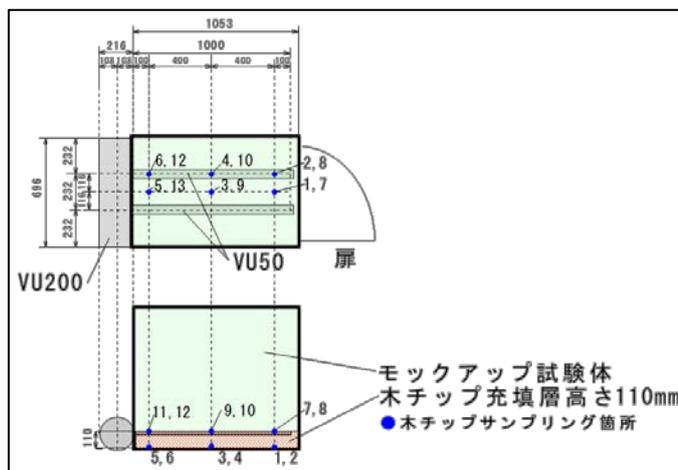


図 8-3 木質チップサンプリング箇所

各サンプリング箇所における空気湿度の経時変化は図 8-4、各箇所の木質チップ表面温度の経時変化は図 8-5 に示す結果となりました。なお、顕著に変化を示した箇所のみ箇所番号で示しています。時間と共に 1~12 の多くの箇所で空気の相対湿度が減少していることが確認でき、管下である 2、4、6 の全てにおいて、1 時間以内で空気の温度低下が確認できました。また、チップの表面温度は管上及び管下において、顕著に温度上昇が見られました。これらのことから、管付近が顕著に乾燥するといった送風むらが確認できました。送風むらを解消するためには、吹き出し管の数の増加や、チャンバー方式の採用が考えられました。

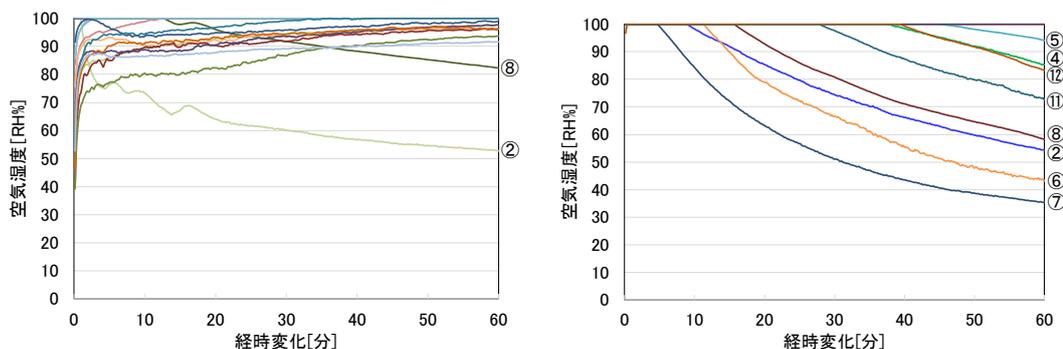


図 8-4 各空気湿度の経時変化 (左 : No.1、右 : No.2)

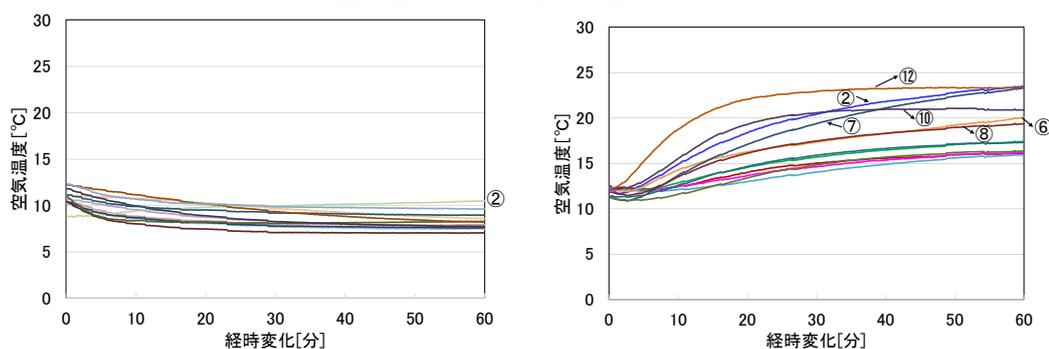


図 8-5 各箇所の木質チップの表面温度の経時変化 (左 : No.1、右 : No.2)

3) 結果まとめ

コンテナ内の燃料室に導入される木質チップの安定燃焼を目的として、ボイラで加温した空気を木チップに送風することにより乾燥する手法をモックアップ試験体により再現しました。

本手法による①木質チップの乾燥むら、②木質チップの乾燥速度、③乾燥効率、④樹種の相違の影響について、得られた知見を表 8-7 にまとめました。

表 8-7 試験結果のまとめ

	評価項目	結果まとめ
①	木質チップの乾燥むら	本手法では、吹き出し管近傍と吹き出し管の間で乾燥むらが発生した。このため、吹き出し管の数の増加、チャンバー方式の採用など改善が必要である。
②	木質チップの乾燥速度	乾燥速度は送風温度に依存するが、送風エネルギーを増加して昇温しても、それに相当する乾燥速度の増加には繋がらない。含水率の低下に関しては、試験前の含水率にも依存するが、試験では最大で1時間あたり2.5W.B%の低下にとどまった。木チップの含水率をより低下させるためには、乾燥手法を改善して乾燥速度を増加させる必要がある。
③	乾燥効率	昇温した空気を送風すると乾燥効率が低下するため、エネルギーの有効利用の観点では、昇温しない方が良い。
④	樹種の相違の影響	2種類の木チップで乾燥速度などに大きな違いは見られなかった。

表 8-8 各乾燥試験における試験後の木質チップの含水率
(黄緑色：試験前に対し5%の低下、黄色：試験前に対し3%の低下)

試験No.	1	2	3	4
供試木チップ	河川支障木	河川支障木	河川支障木	林地間伐材
送風設定入口温度	15℃	40℃	50℃	40℃
①扉側管下(管と管の間)	40.1%	24.1%	43.0%	48.3%
②扉側管下	34.2%	12.3%	34.9%	38.3%
③中央管下(管と管の間)	41.3%	37.4%	45.4%	48.3%
④中央管下	39.1%	24.0%	34.6%	43.6%
⑤奥管下(管と管の間)	42.6%	38.8%	43.9%	55.0%
⑥奥管下	43.1%	27.2%	35.9%	37.5%
⑦扉側管上(管と管の間)	35.3%	36.9%	46.1%	50.7%
⑧扉側管上	39.4%	31.1%	40.1%	50.6%
⑨中央管上(管と管の間)	38.3%	39.6%	44.4%	51.2%
⑩中央管上	46.1%	34.8%	40.9%	51.7%
⑪奥管上(管と管の間)	44.1%	40.3%	40.9%	54.9%
⑫奥管上	38.0%	24.3%	36.8%	33.4%
試験前	42.1%	34.8%	46.9%	50.0%

※①～⑫は図 8-3 の番号に対応しています。

9. 調査研究会の運営

本事業の実施に当たり、当別町で設置した「当別町木質バイオマス地域アライアンス調査研究会」について、運営を行いました。なお、第1回調査研究会は実施済であったため、第2回及び第3回の調査研究会について運営を行いました。

① 第1回当別町木質バイオマス地域アライアンス調査研究会

■日時：令和元年6月25日 10:30～11:40

■場所：白樺コミュニティセンター 2階大研修室

■議題

- ・コンソーシアム「当別町木質バイオマス地域アライアンス」の今年度事業について
- ・当別町における今年度事業について
- ・北海道立総合研究機構における戦略研究について

② 第2回当別町木質バイオマス地域アライアンス調査研究会

■日時：令和元年12月26日 13:30～14:30

■場所：白樺コミュニティセンター 2階大研修室

■議題

- ・今年度事業の進捗状況について
 - (ア) 河川支障木チップ製造調査研究事業
 - (イ) 西当別小・中学校木質バイオマスボイラ導入事業
 - (ウ) 当別町木質バイオマス地域アライアンス構築事業
- ・その他（情報交換）



写真 9-1 第2回当別町木質バイオマス地域アライアンス調査研究会実施状況

③ 第3回当別町木質バイオマス地域アライアンス調査研究会

■日時：令和2年2月12日 13:30～14:30

■場所：白樺コミュニティセンター 2階大研修室

■議題

- ・今年度事業の進捗状況について
 - (ア) 河川支障木チップ製造調査研究事業
 - (イ) 西当別小・中学校木質バイオマスボイラ導入事業
 - (ウ) 北海道立総合研究機構における戦略研究
- ・来年度事業の展開について
- ・その他（情報交換）



写真 9-2 第3回当別町木質バイオマス地域アライアンス調査研究会実施状況

10. 今後の課題と展望

10-1. 研究結果のまとめ

本業務を通して、河川支障木の利用可能性や、河川支障木由来のチップ製造及びその利用に向けての課題を抽出し、課題解決に向けた調査を実施することができました。

調査内容及び調査によって得られた結果等を、表 10-1 に示します。

表 10-1 研究結果のまとめ

章番号	実施内容	研究結果総括
4	河川支障木の状態把握調査	本調査では、地域内における河川支障木の状況を把握することができた。河川支障木は間伐材と比較して性質上の大きな差は見られなかったが、伐採後の河川支障木は含水率が非常に高く、燃料利用前の乾燥の必要性が示唆された。
5	河川支障木の運搬調査	本調査では、河川支障木の伐採～1次集積～運搬の工程を明らかにすることができた。今後、今回試算したコストに不足していた情報を改めて調査し、より具体的なコスト試算を行う必要がある。
6	河川支障木のチップ化調査	本調査では、河川支障木由来のチップ化及び運搬の工程を明らかにすることができた。今後、地域内利用を具体的に進めていく場合は、需要先施設に応じたチップの品質確保及び運搬手段の検討を行う必要がある。
7	チップの分析調査	本調査では、間伐材と比べると河川支障木は灰分がやや高いが、大きな性能の違いは見られないといったことが分かった。また、重金属などの成分について、引き続きサンプルを採取するとともに、焼却灰の利用方法についても検討する必要がある。
8	河川支障木の乾燥調査	本調査では、自然乾燥でもブルーシート等の活用により効率よく含水率を低下させることができる可能性が示された。引き続き、設置した試験区の経過を観察するなど効率化に向けた調査を進める必要がある。また、機械乾燥については、送風による乾燥の効率化に向けた検討を引き続き実施する必要がある。

10-2. 今後の課題と展望

本業務を通して抽出された課題は、表 10-2 のとおりです。これらの課題を踏まえ、次年度も引き続き調査を進める必要があります。

表 10-2 今後の課題と展望

章番号	実施内容	挙げられた課題・展望
4	河川支障木の状態把握調査	高含水率である河川支障木の乾燥方法の検討
5	河川支障木の運搬調査	より詳細なコスト試算
6	河川支障木のチップ化調査	需要先施設に応じたチップの品質確保及び運搬手段の検討
7	チップの分析調査	高含水率である河川支障木の乾燥方法の検討、含有成分の実態について再確認及び焼却灰の利用方法の検討
8	河川支障木の乾燥調査	効率の良い乾燥方法の検討、検証

〈 参考文献 〉

- ・ 燃料用木質チップの品質規格（一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会,公式 HP)
 - ・ 「長野県における林地残材の木質バイオマスエネルギー利用に関する基礎研究」（渡辺ら、第7回日本 LCA 学会研究発表会講演要旨集(平成 24 年 3 月))
 - ・ 国土交通省「公共工事設計労務単価表」（国土交通省,令和元年)
 - ・ 「木質バイオマスボイラー導入・運用にかかわる実務テキスト」（株式会社森林環境リアライズ、株式会社富士通総研、環境エネルギー普及株式会社（平成 24 年度林野庁補助事業）,平成 25 年)
 - ・ 「バイオマスエネルギー導入ガイドブック（第 3 版）」(NEDO,平成 22 年)
 - ・ 「地域ではじめる木質バイオマス熱利用」（一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会編、日刊工業新聞社,平成 30 年)
 - ・ 「林地残材を乾かす」（山田 敦、林産試だより令和元年 11 月号)
 - ・ 「野外乾燥時期の違いとビニールシート被覆によるスギ枝条の乾燥過程」（寺岡 行雄・合志知浩、日林試(平成 23 年)93:262-269))
-

河川支障木チップ製造調査研究事業

【調査報告書】

発行 令和2年2月

発行元 当別町

〒061-0292 北海道石狩郡当別町白樺町 58 番地 9

T E L 0133-27-5089

F A X 0133-23-3206

<http://www.town.tobetsu.hokkaido.jp/>

この報告書は、公益財団法人北海道市町村振興協会（サマージャンボ宝くじの収益金）の助成を受けて作成しています。

