第4回信州しおじり木質バイオマス推進協議会

発電部会 調査報告

平成26年3月13日

(株)森のエネルギー研究所





調査検討内容

- 1. 木材の分別管理の検討
- 2. 燃料の受入基準の検討
- 3. 原木の水分管理の検討
- 4. 燃焼灰の活用検討
- (※)以上4項目の調査結果を、木質バイオマス発電部会における 「木質バイオマス発電施設の運営方法の検討」 に反映させるという位置づけ。

先行事例調査

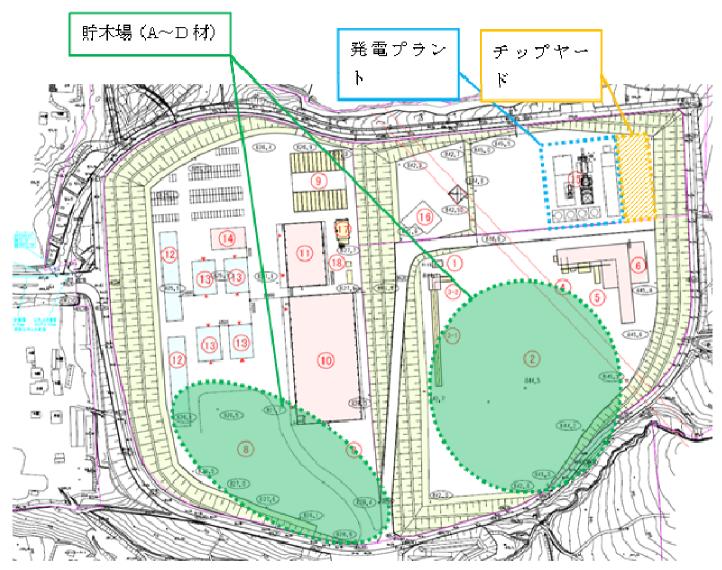
	発電規模	主な燃料	分別状況	比率算定方法
発電所A	4,300kW	建築廃材、 支障木	現状では一般木材 の受入量が少なく 未整備。今後検討。	入荷伝票で種別 入荷量を把握。
発電所B	600kW	建築廃材、 支障木、 製材端材	原料保管場所を分けて分別管理。	種別使用量は破 砕機への原料投 入時に記録。

先行事例調査

	発電規模	主な燃料	分別状況	比率算定方法
発電所C	5,800kW (新設)	未利用木材、 製材端材	基本的にチップで 受入。屋内ヤード は8区画に区分けし ており、燃料区分や 水分毎※に分別管 理予定。 ※投入時の水分調 整のため	受入時にトラックスケールで計量し、区分ごとの受入量=消費量とする。チップ車1台毎にサンプリング実施予定。

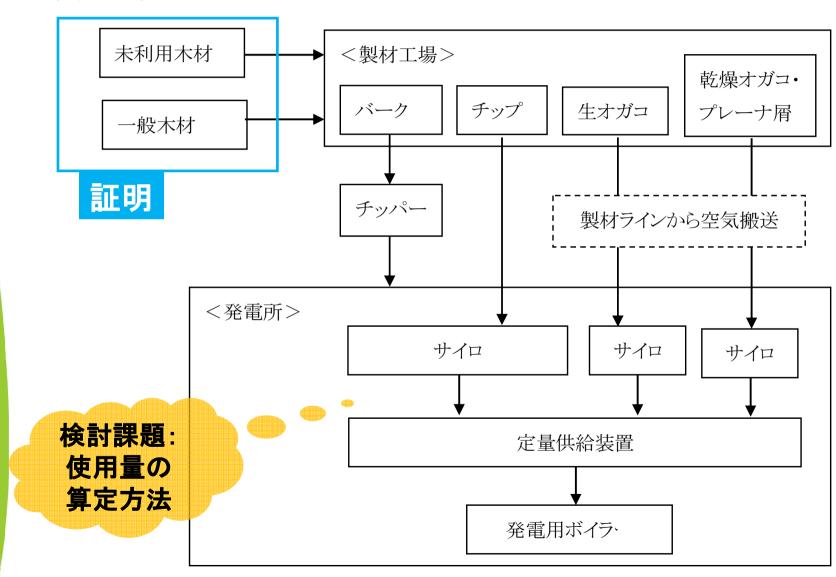
【発電所C】

- ▶ 発電出力 5,800kW(送電端出力5,000kW)
- ▷ 燃焼消費量計画量 9万t/年(水分50%以下)
- ▷ 燃料の半分は未利用材、残りは自社の製材工程で生じる端材等を利用予定
- ▷ 2014年2月中旬頃試運転、4月以降フル稼働予定
- ▷ 現状で約3万m3程度の燃料を確保

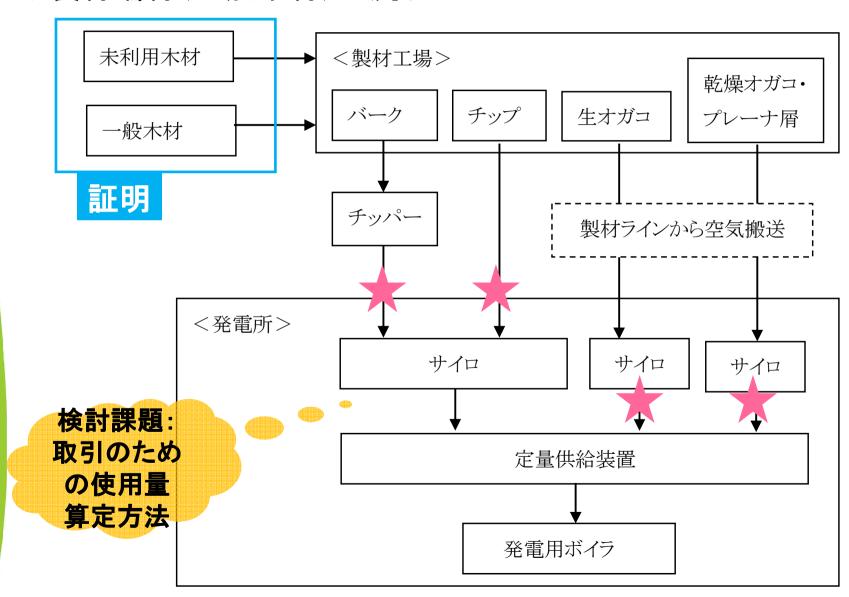


集中型加工施設・木質バイオマス発電施設の配置図

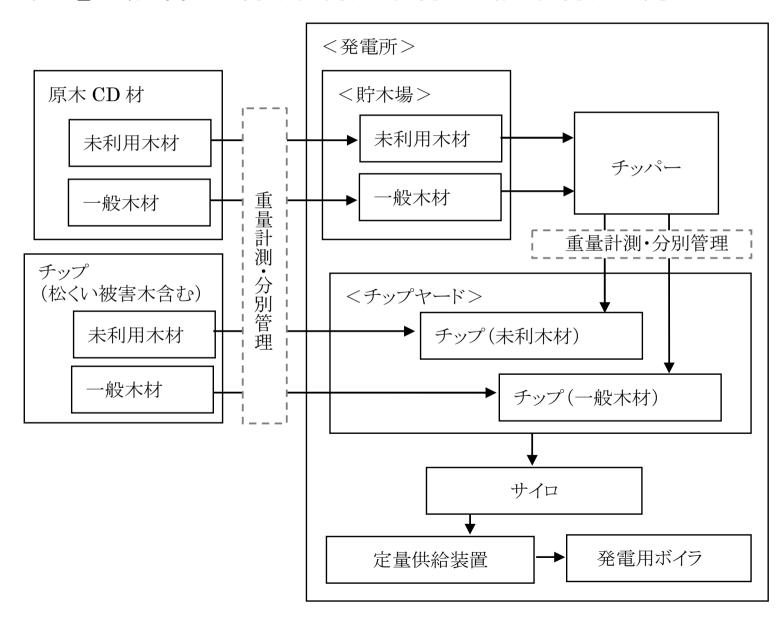
◆製材端材(一般木材)の流れ



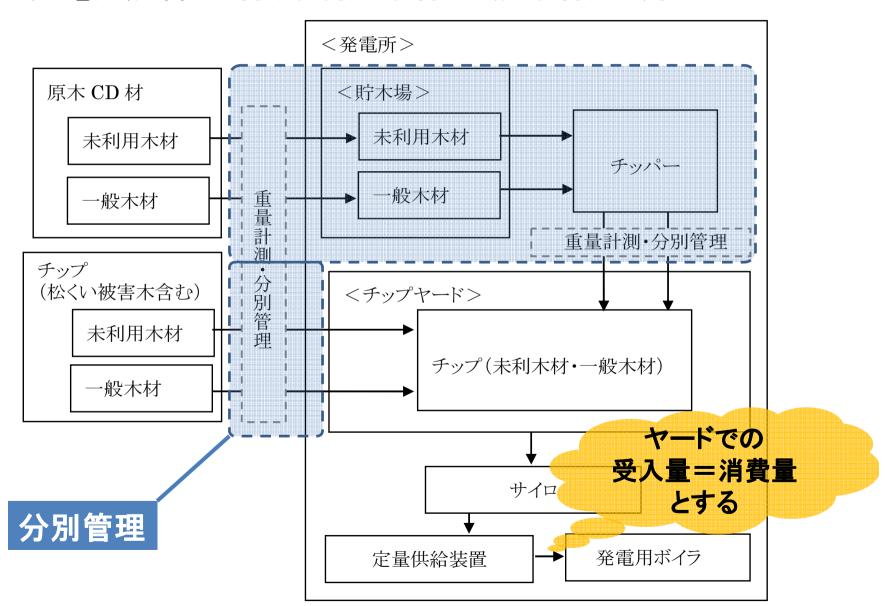
◆製材端材(一般木材)の流れ



◆発電用燃料CD材(未利用木材・一般木材)の流れ



◆発電用燃料CD材(未利用木材・一般木材)の流れ



2. 燃料の受入基準の検討

先行事例調査

※チップ受入の場合について調査

	発電規模	主な燃料	水分条件	形状条件	備考
発電所 A	4,300kW	建築廃材、 支障木	生木は水分45%WB 以下を受入基準とし ている。それ以上の 水分だった場合には その分を価格に反 映する。	基準なし。 燃料品質 管理担当 の目視確 認による。	水分検査はトラック荷と重量を を対し、基準値と と が を は が る が る た り た り た り た り た り た り た り た り た り た
発電所 D	5,000kW (計画段階)	未利用• 一般木材	水分40%WBを基準 に水分に応じてボイ ラ効率への影響を 考慮した価格を設定。 最大50%WBまで。	50mm 以下	納入毎に分析実施。

▷ ボイラの設計条件に応じて運用を検討

◆既存の木質バイオマス発電所の事例

先行事例調査/木質バイオマス発電事業者

	発電規模	主な燃料	受入形状等
発電所 A	4,300kW	建築廃材、 支障木	<u>チップ</u> による受入(水分45%WB以下を受入 基準としている)。 <u>乾燥は行わず</u> 、含水率の 低い建築廃材等とブレンドして使用。
発電所 B	600kW	建築廃材、 支障木、 製材端材	原木にて受入。 <u>乾燥は行わない</u> 。含水率の 低い建築廃材等とブレンドして使用。条件 が合えば未利用・一般木材も受け入れる。
発電所 E	13,600kW	建築廃材、 剪定枝	<u>チップ</u> による受入。近くに提携業者のチップ 化施設新設。 <u>乾燥は行わない</u> 。高含水率 対応のプラントであるが、必要に応じて乾 燥したチップとブレンドして使用。条件が合 えば、未利用・一般木材も受け入れる。
発電所 F	5,700kW	未利用• 一般木材	<u>チップ</u> にて受入(40~50%WB程度)。水分 35%WBまで <u>人工乾燥</u> (乾燥用燃料は建築 廃材)。原木は約20km離れた提携業者チッ プ化施設に搬入される。 <u>ここで一定期間、</u> 原木で自然乾燥させている。

☆既存の木質バイオマス発電所調査の結果概要

- 原木の自然乾燥が物理的には可能であり、望ましいのは事実。
- ただし、実際の運用で見ると、原木で受け入れる場合、都度、水分測定を行うことは難しい。既存の事例では、発電所の多くがチップによる受入であり、原木で受け入れる場合も水分測定を行っているケースはほとんど見られない。
- 山側としても、<u>伐採後の未利用材等を山土場や林道脇に一定期間置い</u> た後、再び収集・運搬することは、コストやスペース確保の観点から困難。
- 未利用材を主対象とする発電所Fの場合も、原木の受け入れは資本関係がある素材生産兼チップ事業者が行うが、水分測定は行っていない。その貯木場で6ヶ月ほど自然乾燥させて含水率40%WB以下に下げた上でチップ化して発電所に運ぶスキーム。(ただし、現時点では材のストックが十分でないため、十分な自然乾燥はできていない状態?)
- 新設計画では、高額ではあるが、できるだけ高含水率チップに対応できるボイラを検討しているケースも見られる。

◆燃料用材の乾燥方法

(1)原木状態 | 自然(天然)乾燥 強制(人工)乾燥

(2)チップ化後 強制(人工)乾燥

- ▶燃料用の原木では、国内・海外ともに人工乾燥を行っている事例は ほとんど見られない。
 - ⇒(1)原木状態では、自然乾燥の事例を対象とする。
- ▶本調査は(1)原木状態の水分管理が主たるテーマであるが、発電所の燃焼炉のタイプによってチップ化後に一定の含水率まで乾燥させる必要が生じる可能性もある。
 - ⇒(2)チップ化後の乾燥の事例についても、補足的に調査を行う。

◆燃料用材の乾燥方法 / (1)原木状態の自然乾燥

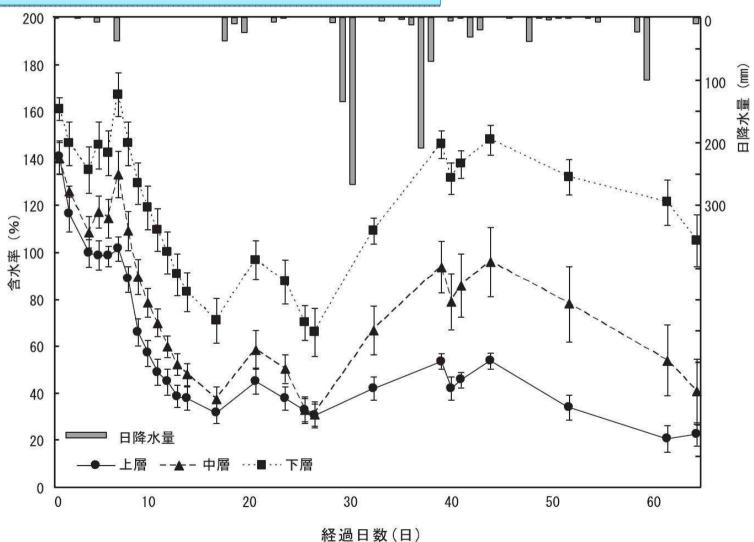
先行事例調査/実証試験:スギ(例)

樹種	スギ	場所	鹿児島県(屋外)
形状等	末木枝条	積み方等	金網容量
	平均木口13~15mm		$1\text{m}\times0.9\text{m}\times0.2\text{m}$
			三段積み
時期	8月~9月、	その他	被覆なし
	平均気温22.7℃		
結果	・好天が続けば20日程度	で、上層部	58%w.b.→21%w.b、
	下層部62%w.b.→29%	%w.b.となっ	っており、 <u>30%w.b.程度ま</u>
	<u>で</u>		
	は速やかに乾燥できる。		
	・雨が降ると含水率が上れ	がる。特に「	下層部は、一度乾燥をして
	も雨が続けば含水率がえ	大きく上昇し	、元の含水率に近い程度
	まで戻ることもある。		
/ /> -Le -L			

(参考文献) 屋外地線時期の達収を含水浴が発売機であるスギ 枝条の乾燥過程 (日林誌(2011)93 寺岡、合志)

◆燃料用材の乾燥方法 / (1)原木状態の自然乾燥

先行事例調査/実証試験:スギ(例)



◆燃料用材の乾燥方法 / (1)原木状態の自然乾燥

先行事例調査/実証試験:カラマツ(例)

	カラ	ラマツ3ヵ	月後		
丸太	乾燥前	乾燥後	水う)	状態
No.	重量(g)	重量(g)	重量(g)	M換算	17(18)
8	709.47	500.61	208.86	M29	半割大丸太 下段
9	997.94	697.93	300.01	M30	半割大丸太 中段
10	775.88	583.35	192.53	M25	半割大丸太 中段
27	348.27	242.29	105.98	мзо	半割小丸太 下段
19	502.99	378.6	124.39	M25	剥皮小丸太 上段
13	682.22	506.23	1 75.99	M26	1/3剥皮 大丸太 上段
6	1384.37	972.06	412.31	мзо	何もしない 大丸太 下段

(出典:佐久地方事務所HPより)

◆燃料用材の乾燥方法 / (1)原木状態の自然乾燥

☆実証実験等に関する文献及びヒアリング調査の結果概要

- 低質材・林地残材は、<u>自然乾燥により水分30~35%w.b.にすることは</u> 十分に可能。(特にカラマツはもともと含水率低く、乾燥も容易)
- 周囲の湿度の影響を受けやすいため、<u>低地の風通しのよい舗装された</u>場所が望ましい。また枕木などで<u>地面から離して積むなど、</u>風通しを良くする積み方を工夫することが重要。
- 季節により3か月~6ヵ月の期間置いておく。より長期にわたって置いておけば含水率は更に低下するが、乾燥速度は急激に遅くなっていく。
- 雨天では乾燥せずに吸湿するので、梅雨時には、シートなどを被せることが望ましい。
- <u>伐倒した間伐材の乾燥では、林地における葉枯らしが有効</u>であり、可能であれば30日~60日程度放置してから搬出するとよい。

◆燃料用材の乾燥方法 / (2)チップ化後の乾燥

先行事例調査/実証試験:ヒノキ等(例)

樹種	ヒノキ、スギの混合	場所	高知県(屋外、屋内)
形状等	20.2mm $ imes 9.9$ mm $ imes 2.9$ mm	積み方等	農業用コンテナ(47.4cm
	スギ:ヒノキ=1:9		×31.5cm×29.2cm)2段積。
時期	10月~7月まで		側面底面を塞ぎチップ堆積 の表層60cmまでを再現
結果	・撹拌しない場合、含水率料 屋内0.3%d.b./日、屋外- なっており、ハウス内でも4 ・撹拌した場合の乾燥速度 日、ハウス内1.12%d.b./日	が速いが、そ 560%w.b.か - 0.1%d.b./ ケ月後でも4 は、屋内0.6 となっており よるケースで	れより深い部分は激減する。 ら4ケ月後の平均乾燥速度は、 日、ハウス内0.54%d.b./日と 4%w.bまでしか落ちない。 64%d.b./日、屋外0.61%d.b./ 、2倍程度となっている。 も、含水率約60%w.b.から約

(参考文献)中山間地域における森林バイオマス資源の有効利用技術開発事業 (高知県立森林技術センター研究報告 第34号 平成21年3月)

◆燃料用材の乾燥方法 / (2)チップ化後の乾燥

☆実証実験等に関する文献及びヒアリング調査の結果概要

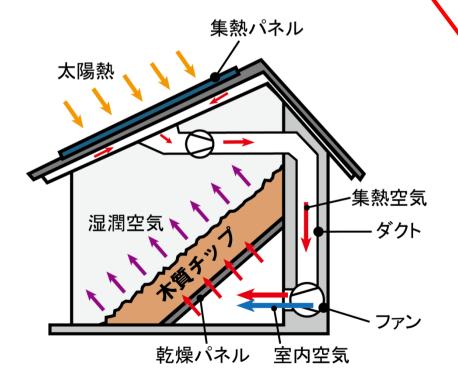
- チップ化後の自然乾燥は原木に比べて効率が悪い。
- <u>自然乾燥に太陽熱やボイラ排熱を組合せたチップ乾燥方式(**※1**)</u>も見られるが、処理できる量が少なく本格的には普及していない。
 - ⇒自然乾燥はチップ化前(原木状態で)が基本!
- 一方、既存の木質バイオマス発電所の多くは、<u>未利用材・一般木材や支</u> <u>障木等を使うケースでは、生チップ状態</u>で燃料を受け入れている。しか し生チップだけではボイラーの燃焼効率が下がり、正常な燃焼が行われ ない場合が多い。
 - ⇒実際の運用では、発電所またはその提携チップ工場で
 - ①乾燥したチップ(建築廃材等の)と混ぜて使う
 - ②<u>生チップを人工乾燥させた上で使う (**※2**)</u> いずれかのケースが多い。
 - ⇒低含水率チップの流通には、インセンティブが不可欠 (※3)

(※1)自然乾燥に太陽熱パネルを組み合わせた方式の例 (広島県)

太田川森林組合 ソーラードライシステム

- ・太陽熱パネル面積(48m2)
- •乾燥パネル面積(3m * 6.5m)
- ・1回の処理量(52m3/厚1.5m)

(出典:株式会社日比谷アメニス)







(※1)自然乾燥に排熱利用を組み合わせた方式の例 (オーストリア)

「オーストリアでもチップ化後の乾燥方法 (自然乾燥や人工乾燥)はいろいろ検討さ れてきたが、どれも効率的ではなく、コスト が合わないという結論になっている。今は 原木で6か月以上乾燥させてからチップ化 するのが一般的。」(クラムラー講師) (出典: H23年度木質バイオマス人材育成事業





報告書)



排気口

誘引ファン

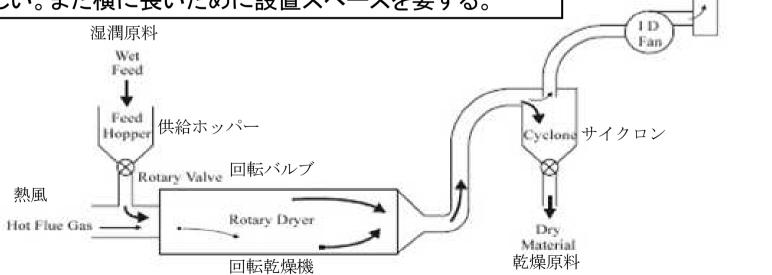
3. 原木の水分管理の検討

(※2) 木質チップの人工乾燥

人工乾燥の方法としては石油や木材等を熱源とする乾燥機を使うケースが多く、 ①ロータリー式、②ベルト式、③フラッシュ式、⑤過熱水蒸気式などがある。

ロータリー式

国内ではこの方式が主流(発電所Fもこの方式を採用)。 ドラムの回転で原料が持ち上げられながら熱風と接しドラム内を移動するため、熱と物質の移動が促進される。 原料の種類やサイズの許容性が広く、メンテナンスコストもさほどかからない。一方、乾燥機内での原料のタイムラグが生じるため、原料の水分量をコントロールすることが難しい。また横に長いために設置スペースを要する。

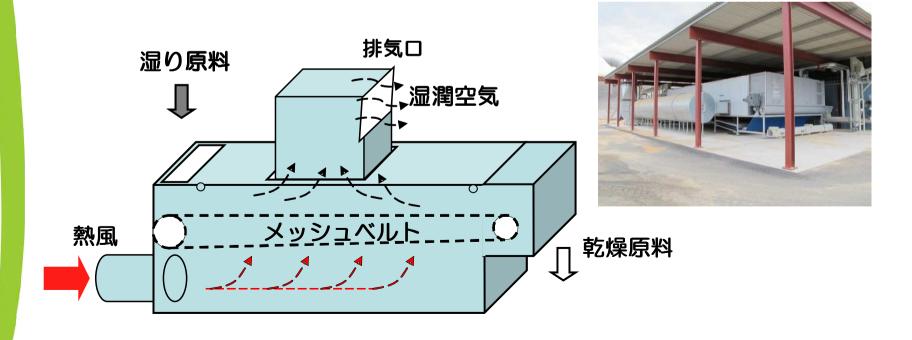


(※2) 木質チップの人工乾燥

ベルト式

連続式の箱形乾燥機で、コンベア(ベルト)上に原料を薄く広げ、移送させながら乾燥を行う。構造がシンプルで多様な原料に対応できる。熱風温度は他の方式と比べて低いのが特徴で、熱源に温水や低圧蒸気を利用する例が多い。

一方、原料サイズやベルト上の原料層厚が乾燥性能やコストに大きく影響する。 また形状が箱型で長い形状のため、設置には比較的広いスペースを必要とする。



(※3) 低含水率チップへのインセンティブ (オーストリア~2007年~の例)

水分率 (WB%)	取引価格 (€/t)	水分40%を 100とした割合 <重量(t) あたり>	単位重量(1t) 当たりの材積 (アカマツ)	水分40%を100 とした割合 <容量(m3) あたり>
20	96.00	229	1.8m³	166
25	82.50	196	1.7m ³	150
30	70.00	167	1.6m³	136
35	52.25	124	1.5m ³	108
40	42.00	100	1.3m ³	100

出所)山田祐衣「燃料用木質チップの品質管理における含水率計測について」 木工ネ協議会25年度第2回勉強会 2014.11.13 (原資料はBIONET2: Fact sheet of supply chain in Austria, 2007)資料に加筆

◆まとめ~運用方法の検討(その1)~

項目	内容	評価	備考(理由)
乾燥	・山土場、林道脇 (山側での乾燥)	\triangle	・環境条件によりバラツキが大きい・原木買取価格への反映が困難
場所 	環境が管理された中間土場発電施設敷地内土場	0	・含水率の管理が容易・納材時の含水率管理は不要
	無舗装の貯木場	\triangle	・高雨後の水溜りの影響を受けやすい
乾燥環境	舗装の貯木場	\bigcirc	・梅雨時期は、乾燥が困 難
	舗装の貯木場+屋根	0	・理想的な環境であるが 施設整備費が課題

◆まとめ~運用方法の検討(その2)~

項目	内容	評価	備考(理由)
			・十分な乾燥ができない
	3か月未満		
乾燥			・含水率が概ね40%(WB)
期間	3か月~6か月		となる
			・含水率が低下する割合
	6か月以上		が少なくなる
	・はい積の下には輪木る	を置く	
	・梅雨時期はシート等で	で被覆	
7 0 114	・発電所が運転する前	に必要	タなストック量を燃料3か月
その他	分と想定すると約4.5万	m3が	必要
	(幅4m×長さ100m×高	高さ5m	、材積2,000m3 として
	23箇所)		

- ◆木質バイオマス燃焼灰の発生量と処理コスト
- 塩尻の木質バイオマス発電所での発生量:約2,900トン/年(※)
 - (※)燃料(原木)利用量:18万m3/年≒14.6万トン/年(比重0.81で換算)。 これに昨年試算時の灰の発生比率(2%)をかけて算出。 他のメーカーでは灰発生率5%という例もあり、その場合は7,300トン/年となる。
- 廃棄物として処理する場合の費用は、2万円/トン前後といわれている。
 - ⇒ 2,900t/年の場合: **6,300万円/年**
 - ⇒ 7,300t/年の場合:**1億4,600万円/年**
- 2013年6月の環境省通知
- ⇒木質ペレット又は木 質チップを専焼ボイラで燃焼させて生じた焼却 灰 のうち、有効活用が確実で、かつ不要物とは判断されない焼却灰は、産 業廃棄物に該当しないものである。
- 上記の処理コストと環境省の基準を考えると、不純物を含まない燃焼灰 を有効利用することは、十分に可能と考えられる。

◆既存の木質バイオマス発電所の事例

先行事例調査/木質バイオマス発電事業者

	発電規模	発生量、性 状等	処理•活用方法
発電所 A	4,300kW	•3,000~ 4,000t/年 •主にフライ アッシュ	大部分は建設資材(瓦など)として販売。 ただし、回収や運送コストを考慮すると実 質的には逆有償に近い形。それでも廃棄 物処理するよりはかなり割安となる。
発電所 B	600kW	・約300t/年 ・主にボトム アッシュ	大部分はセメント原料として販売。ただし、 実質的には逆有償に近い形。また残りは 廃棄物処理。
発電所 G	115kW	約20t/年炭化物状 (ガス化後 の残滓)	<u>市内及び周辺自治体にあるブドウ農家やレタス農家に販売。</u> 販売価格:2,400円/t又は350円/450袋

- ◆木質バイオマス燃焼灰の主たる活用方法
- 主たる燃焼灰の用途
 - (1)建設用資材
 - (2)農業利用
 - (3)森林への還元
 - (4)その他
- (1)の用途は現時点ですでに飽和に近い状態。(既存発電所や業界 関係者へのヒアリングより)。したがって、(2)農業利用(肥料、土壌 改良資材)と(3)森林への還元に調査の重点を置く。
- (3)森林への還元 については、国内ではほとんど具体的な事例は見られず、現時点では国等による指針や基準も存在しないため、海外(スウェーデン、オーストリア)の文献調査を行う。

◆農業用資材(肥料、土壌改良資材)としての利用

先行事例調查/発電所G(埼玉県秩父市)

- 前掲の発電所Gの事例は、川上村のレタス農家や、秩父市内のブドウ農家がカリ肥料、土壌改良剤として利用している。農家が発電所敷地まで引き取りに来る。(販売価格:2,400円/tまたは350円/450袋)
- ガス化後の残渣であるため、<u>数ミリ〜数センチの炭状の塊で、農家が散布しやすい形状</u>。成分は有機炭素80%以上、灰分、マグネシウム、リン酸、カリ等。





◆農業用資材(肥料、土壌改良資材)としての利用

先行事例調査/高知県の取り組み(1/3)

- 高知県(林業振興・環境部、農業振興部)、林業関係団体、JA、メーカー、NPO等で構成する高知県木質バイオマスエネルギー利用促進協議会の中で、「燃焼灰処理・再生利用」をテーマに調査・実証試験等を実施。
- 当面はペレットの燃焼灰の活用をテーマとするが、将来的に県内で稼働を始める木質バイオマス発電所で発生する燃焼灰の利用も念頭においている。
- 燃焼灰の<u>成分分析、灰の造粒(ペレット化等)実験、農家アンケート調査</u> 等を実施。
- ペレット化した灰の利用に関する農家アンケート結果では、<u>関心はある</u>が、現状ではコスト高(※)で利用は難しいとの反応が多かった。
 - (※)この実験では各農家が小型の成型機を導入する前提で費用計算を行っているため、加工コストが割高になっていると考えられる。
 - (※)発電所で大量に発生する燃焼灰を大型機械で加工する場合のコスト試算 までは行われていない。

◆農業用資材(肥料、土壌改良資材)としての利用

先行事例調査/高知県の取り組み(2/3)

石灰質肥料(炭酸石灰:アルカリ分53%)に近く、カリに富む

单位:%

600		ベレット		197	- 1	1.5	マグネ	
分	会社	種類	ボイラ	1000	リ全量 K2O)	カルシウム (CaO)	シウム (MgO)	アルカリ分
1	A ‡ ±	全木	D社	16		34	6.1	42.5
2	A+±	全木	E社	22	(20.2)	28	5.1	35.1
3	B社	ホワイト	F社	17	(20.7)	26	7.8	36.9
4	C社	ホワイト	E社	27		25	5.6	32.8
277		平均		- 3 - 3	20.5	28.3	6.2	36.9
5	G社	ホワイト	D社		6.42	50.97	7.84	61.9
6	H社	ホワイト	F社		0.98	45.68	6.50	54.8
7	I社	全木(主灰)	J社	1	4.25	47.44	6.24	56.2
8	ITL	全木(ばいじん)	347	- 3	5.72	37.22	4.92	44.1
9	-41	ホワイト(主灰)	122		2.65	50.82	11.78	67.3
10	C社	ホワイト(その他)	F社		2.11	24.91	11.44	40.9
11	HŻŹ	ホワイト	F社		3.43	48.65	6.80	58.2
平均			11.5	43.7	7.9	54.8		
		総平均		1	5.6	38.1	7.3	48.3

(出典:H24年度 高知県木質バイオマスエネルギー利用促進協議会資料)

◆農業用資材(肥料、土壌改良資材)としての利用

先行事例調査/高知県の取り組み(3/3)

焼却灰をペレット化した肥料を利用したくない理由

区分	回答
負担額が増える ことの抵抗感	コストがかかりすぎる(最低でも産廃処理より安いか同等)
	せめて袋詰め(灰のまま)までが限度
	無料なら使うが、お金をかけてまでは使わない
	ボイラ 1台あたりの利用者負担が年間1万円程度なら、使用しても良い
	高すぎる(一袋1,000円程度まで)
	ペレットにする(=形状をかえるだけ)ことに、お金を払いたくない
	ペレット化によって割高になるのなら、灰の状態のまま使いたい
灰の状態のまま 散布したい	そのまま畑に撒きたい(面倒くさい)
	自分の所の灰を自分の畑に撒けないようなら、使わない(産廃処理がまし
	灰の状態のまま、畑に散布させてほしい

(出典:H24年度 高知県木質バイオマスエネルギー利用促進協議会資料)

◆農業用資材(肥料、土壌改良資材)としての利用

ヒアリング調査/塩尻市内の農業者&長野県JA関係者

- 燃焼灰の用途としては、県内では<u>レタス畑(</u>洗馬地区等)や<u>果樹園(ブド</u>ウ等)での利用が有望と考えられる。
- 融雪剤を兼ねて土壌改良剤として畑に撒く、育苗時に使う、等。
- <u>灰のままでは使い勝手が悪いので、ペレット等への成型が望ましいが、</u> 問題はその加工にかかるコスト。
- 一般の農家の間では、燃焼灰=ゴミ焼却灰というマイナスのイメージがある。
- ⇒肥料としての成分や効用の実証と同時に、不純物等が含まれないか の成分分析や品質管理が重要。
- ⇒環境保全型農業の推進などと合わせて、農業者や消費者の負のイメージを払しょくする努力も重要。

◆農業用資材(肥料、土壌改良資材)としての利用

ヒアリング調査/県内の有機肥料メーカー(松本市今井)

- 有機堆肥の製造・販売業者
 - (主要施設)堆肥製造工場 2.800m² 堆肥舎2棟 約1.600m² 堆肥製品保管場所 18.000m²
- 主に食品残さ、植物性残さ、バーク等を使って堆肥を製造。
- 単純な特殊肥料(木灰)として販売するなら県への届出と成分表示義務 くらいでよいが、該社は食品残さ等の有機汚泥を使った堆肥が主。そこ に混ぜて使う場合には、国への届出・承認が必要(半年~1年かかる)。
- 炭は脱臭効果が高いのでこれまでも利用しているが、燃焼灰はこれまで使ったことがない。もし同等の効果があり、コスト的に見合うのであれば利用を検討したい。
- 単独で成分分析や施肥効果等の実験を行うのは難しい。県や公的な研究機関等と共同で取り組む枠組みができるのであれば、協力は可能と思われる。

◆農業用資材(肥料、土壌改良資材)としての利用

ヒアリング調査/有機農業団体(小川町有機農業推進協議会)

- ●有機農業では、木灰は非常に貴重な有機肥料資材の一つ。市販の石灰を使うのを避ける有機農家が多く、酸性土壌の改良資材として重宝する。ホウレンソウなど、酸性土壌を嫌う作物の作付前に畑に鋤き込むと良い作物ができる。
- ●現在、袋入り(15~20kg程度)で市販されている草木灰は、ほとんどが東南アジアなどからの輸入品(ヤシ殻焼却灰が多い)。地産池消という観点からも国産の木灰は貴重。しかし、関東では、福島の原発事故の影響で従来のように木灰を自給できなくなった有機農家が増えている。
- ●購入する場合には、運搬や配布の手間を考えると、ペレット状に成形されていることが望ましい。ただし、もともと自給していたものなので、せいぜい市販の石灰並の価格でないと買う農家はいないと考えられる。
- ●有機農業の場合には、緑肥や完熟堆肥で土づくりをすることで、石灰や木灰を使わずに酸性土壌の改良(pH矯正)をするという方法もある。しかし、この方法は時間と手間がかかり、近年のように大規模な有機農業を目指す場合は難しい。

◆農業用資材(肥料、土壌改良資材)としての利用

☆実証実験等に関する文献及びヒアリング調査の結果概要

- <u>燃焼灰単体で使う場合</u>、灰のままでは使い勝手が悪いので、<u>ペレット等</u> への造粒が望ましい。その場合、コストをいかに抑えるかが鍵。
- <u>有機堆肥の製造過程で混ぜ込む場合(※)、</u>造粒は不要。灰のままでトラック等で搬送する形が想定される。
 - (※)配合方法や量に関する実証試験等がまだ十分には行われていない。
- 不純物等が含まれないかの定期的な成分分析が不可欠。
- 燃焼灰を加工して特殊肥料等として販売する計画や実証事業は国内でも散見される。ただし、大規模に、商業ベースで実施されている事例は 現在のところ見受けられない。
- オーストリア・ドイツ等でも、木質バイオマスエネルギー利用の拡大・大規模化に伴って燃焼灰の有効処理が課題となっており、数年前から本格的な研究や実証実験が始まったところ。

◆森林への還元

先行事例調査/スウェーデン

<林業委員会(SKS)による森林燃料の採取と養分損失の補填に関する規則より>

- (補填の原則) 灰のリサイクルないし養分の補填が可能な場所において、梢端と枝条を持ち出すことができる。
 - ⇒灰のリサイクルは<u>梢端と枝条の収穫</u>に伴う養分損失を補う主要な 代替案という考え方
- (散布基準量) <u>梢端と枝条が持ち出された補填として</u>施す場合は、林木の伐採までの間に乾燥重量で3トン/ha以上散布すべきではない。<u>梢</u>端と枝条の持ち出しがなければ2トン/haが上限。
- ●(灰の安定性) 森林に散布された灰がゆっくりと溶け出し広がっていく ためには、灰を固め集塊状にしておく必要がある。
- (灰の無機塩類と有毒物質) ダイオキシン等については生物学的に有害な濃度を超えたものは許されない。

◆森林への還元

先行事例調査/スウェーデン

<林業委員会(SKS)による森林燃料の採取と養分損失の補填に関する規則より>

- (伐採までの灰の施用時期)主伐の5年前が灰のリサイクル時期として は最適。
- (施用季節)時期としては2季あり、春のベリーの季節の2週間前までと、 マッシュルームの季節後の冬に入る前。
- (記録) 灰のリサイクルについて、その年月日、施用量(kg/ha)、灰の内容物の証明の記録を残す必要がある。
- (当局への報告) 灰のリサイクルはSKSに報告され、そこから関係部局に報告されます。
- (散布の監視) 灰リサイクルの実施者は適正な量の灰が均等に散布されているかどうかを確かめなければならない。

◆森林への還元

先行事例調査/スウェーデン 林地に還元される灰のガイドライン

金属と微量要素	正常な範囲総含有量	スウェーデン南部での 受容の限界	
	ppm(g/t)	最低ppm(g/t)	最高ppm(g/t)
バロン	140~430	100	500
バナジウム	<100		100
クロム	$15\sim\!250$		250
マンガン	5,000~23,000	5,000	30,000
コバルト	2~15日	2	100
ニッケル	$20\sim\!250$		200
銅	25~600	50	500
亜鉛	70~5,300	500	6,000
ヒ素	2~100		20
モリブデン	0.5~3	0.3	10
カドミウム	<1~30		30
水銀	0.001~1		5
鉛	<25~500		250

◆森林への還元

先行事例調査/オーストリア

<木灰の利用に関するガイドラインより>

- 利用できるのは化学的に未処理のバイオマス燃料から得られた灰のみ。
- フィルター飛灰とサイクロン飛灰とを分離して集め、前者については処分するか、適切な処置を施した後に工業的に利用すること。
- バイオマス燃焼プラントから得られた利用可能な灰は土壌に施用する前に、灰の養分組成と環境に関わる重金属の組成を分析しなければならない。灰の分析は一定の期間をおいて繰り返す必要がある。
- 木灰を土壌に施用する際には、次の量的限界を遵守することが望まれる。
 - a. 農地に対しては1,000kg/ha・年
 - b. 緑地に対しては750kg/ha•年
 - c. 森林に対しては<u>50年に一回で3,000kg/ha</u>

◆森林への還元

先行事例調査/オーストリア

林地に還元される灰のガイドライン

(mg/kg d.b)

金属の 種類	森林への 制限値	農地への 制限値	土壌への ガイドライン
Cu(銅)	250	250	100
Zn(亜鉛)	1,500	1,000	300
Ni(ニッケル)	100	100	60
Cr(クロム)	250	250	100
Pb(鉛)	100	250	100
Cd(カドミウム)	8	5	1

◆森林への還元

☆文献調査の結果概要

- 森林への還元は、国内ではほとんど具体的な事例は見られず、現時点ではスウェーデンやオーストリアのような経験や実証実験に基づく指針や基準も存在しない。両国の事例では、不純物を含まない木質バイオマス起源の燃焼灰の場合でも、散布が許容される量やタイミングは厳密に規制されている。
- さらに日本の場合は北欧や中欧地域と気象や地質条件が異なり、かつ 欧州の木質バイマス利用の先進地域の一部に見受けられるような、森 林からのミネラル等の栄養分の過剰な持ち出しが懸念される状況には 至っていない。
- 仮に森林への還元が有効かつ安全と証明された場合でも、運送や配布の労力を考えると、森林への還元は現在の廃棄物処理と同等か、場合によってはそれ以上のコストがかかる可能性もある。
- 以上の点を考慮すると、我が国においては、まずは公的研究機関等による詳細な調査、実験を通じて知見を重ねることが必要。

- ◆まとめ~運用方法の検討~
 - ●森林への還元は、我が国においてもまずは公的研究機関等による詳細な調査、実験を通じて知見を重ねることが必要。
 - 当プロジェクトにおける燃焼灰の利用は、当面は農業用に中心をおいてさらなる検討を重ねることが望ましいと考えられる。
 - ●その際、県内の複数の農業関係者から指摘があったように、高知県の事例のように産官学の共同体制を築いて、本格的な調査・実証事業及び農業者への普及啓発活動を行うことが望ましい。