

平成25年度 木質バイオマス実証実験 報告書

奈良県 農林部 奈良の木ブランド課
森林技術センター
平成26年3月

1. なぜ木質バイオマスの利活用なのか

- (1) 間伐材のほとんどが利用されず林地に放置されている
(製材工場等残材や建設廃材の再利用率は
90~95%と進んでいるが…)

$$\begin{array}{rcl} \text{間伐材積} & & \text{林地残材量} \\ 20\text{万m}^3/\text{年} & - & 4\text{万m}^3/\text{年} = 16\text{万m}^3(\text{推計}) \end{array}$$

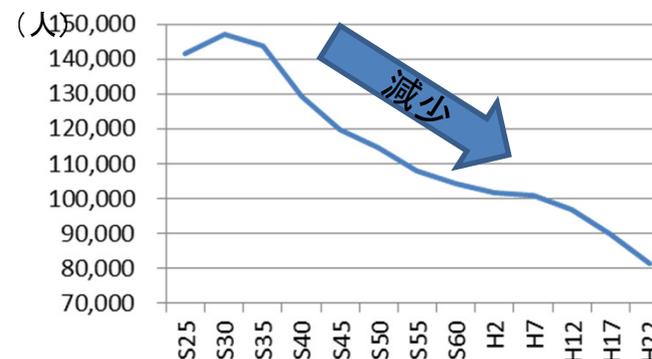


未利用間伐材

- (2) 県南部・東部地域の活性化には、地域の雇用創出や林業をはじめとした地域経済の振興が不可欠

- (3) 昨今の厳しいエネルギー事情のなか、再生可能エネルギーの価値が見直されている

県南部地域の人口推移



豊富な森林資源(未利用間伐材)を再生可能エネルギーとして活用できないか

しかし、

- ・未利用間伐材は、収集・運搬にコストがかかる
- ・本県では、木質バイオマス生産物の製造ノウハウに乏しい
- ・ペレットストーブやペレットボイラーなど新たな利用施設への投資が必要であり、利活用のメリットが明らかでないなど 普及は見込めない。



搬出



ペレットボイラー

県において、県有林を利用した木質バイオマスの実証実験を行い、コスト分析、木質バイオマス生産物の製造ノウハウの構築や品質分析、その他各種課題の洗い出しを行い、広くデータを公表

2. 木質バイオマス実証実験計画について

2-1 実証実験計画の概要と目標値の設定

実証実験計画の概要

- (1) 間伐材搬出実験 (6~10月) 県有林を利用し計画運搬距離20kmとして実験実施
- (2) 木質ペレット製造実験 (8~10月)
- (3) 熱利用実験 (11~3月)



- ・実験結果をわかりやすく公表するとともに、取り組みを広くPR
- ・「木材の搬出～バイオマスの製造～熱利用」にかかる課題を洗い出し、その解消に向けた取組を推進

※実証実験を行う木質バイオマス生産物は、製造が比較的簡単で利用範囲も広く、取扱の容易なことから木質ペレットを選定。

項目	チップ	ペレット	パウダー
製造設備	安い	中	高い
形状品質	複数	ほぼ一定	単一
利用設備	ボイラー	ボイラー・ストーブ	ボイラー
利用設備規模	大型	中～小型	中型
貯蔵タンク	大型	中型	中～小型
温度制御	難	安易	安易
取扱引火性	嵩張る引火性あり	容易引火性なし	要湿度管理引火性あり

2-1 実証実験計画の概要と目標値の設定(つづき)

目標値の設定

ペレット製造コスト30円/kg以下

〔 ペレットの市場流通価格 40~55円/kgで推移 (林野庁等資料)
ペレットの流通販売コスト △ 約10円/kg (高知県資料) 〕

※今回の実証実験では、製造量及び製造期間が限られていることや、小型移動式ペレタイザーをレンタル利用することなどから、製造コストの算定において、人件費は現地雇用1名のみとして県職員は含めないこととする。またペレット製造機械設備についてはランニングコストのみ考慮することとする。

2-2 H25実証実験の内容

(1) 間伐材搬出実験

県有林を利用して間伐材の搬出を行い、コストの算出及び各種課題の洗い出しを行う

①実施場所

川上村(井光県有林)、御杖村(神末県有林)

②実施体制

3名1組体制(県職員2名+現地雇用1名)

③実施内容

- i 作業道沿いに集積された間伐材の積み込み(グラップル及びクレーン使用)→3tトラックで搬送→荷下ろし
- ii 林内に切り捨てられた間伐材の集積実験の実施 (作業道から15m以内を対象にウインチ作業)
- iii 移動式チップパーを使った現場でのチップ化実験の実施



計画搬出量49t(製造する木質ペレット20tより算定)

※搬出間伐材は含水比が大きくペレットにすると質量は減少

(2) 木質ペレット製造実験

1) 実証実験用の小型移動式ペレタイザーを使用して木質ペレット製造を行い、コスト算出及び各種課題の洗い出しを行う

①実施場所

御杖村神末地内においてペレット製造実験を実施

②実施体制

3名1組体制(県職員2名+現地雇用1名)

③実施内容

運び込まれた原料木材を短尺(40cm程度)に切り、チップパーでチップ化→生チップの人工乾燥
→ペレタイザーで成形→袋詰めの実施



計画製造量 20t

(2)ペレット製造実験(つづき)

2) 温室を使った生チップの天然乾燥実験の実施

①実施場所

奈良県森林技術センター(高取町吉備)の温室において生チップの天然乾燥実験を実施

②実施体制

2名1組体制(県職員2名)

③実施内容

生チップを温室に搬入し、敷厚さを3段階(5cm、10cm、15cm)として、夏期と冬期で含水率15%になるまで天然乾燥実験の実施

(3)熱利用実験

県有施設を活用して木質ペレットの熱利用を行い、現行設備とのコスト比較や各種課題の洗い出しを行う

①実施場所

- ・農業用ボイラー利用 果樹振興センター 1基
- ・ペレットストーブ利用 五條土木事務所3台、南部農林振興事務所4台、森林技術センター6台、畜産技術センター3台、高原農業振興センター2台、アニマルパーク振興室1台、天川村1台、野迫川村1台 計21台

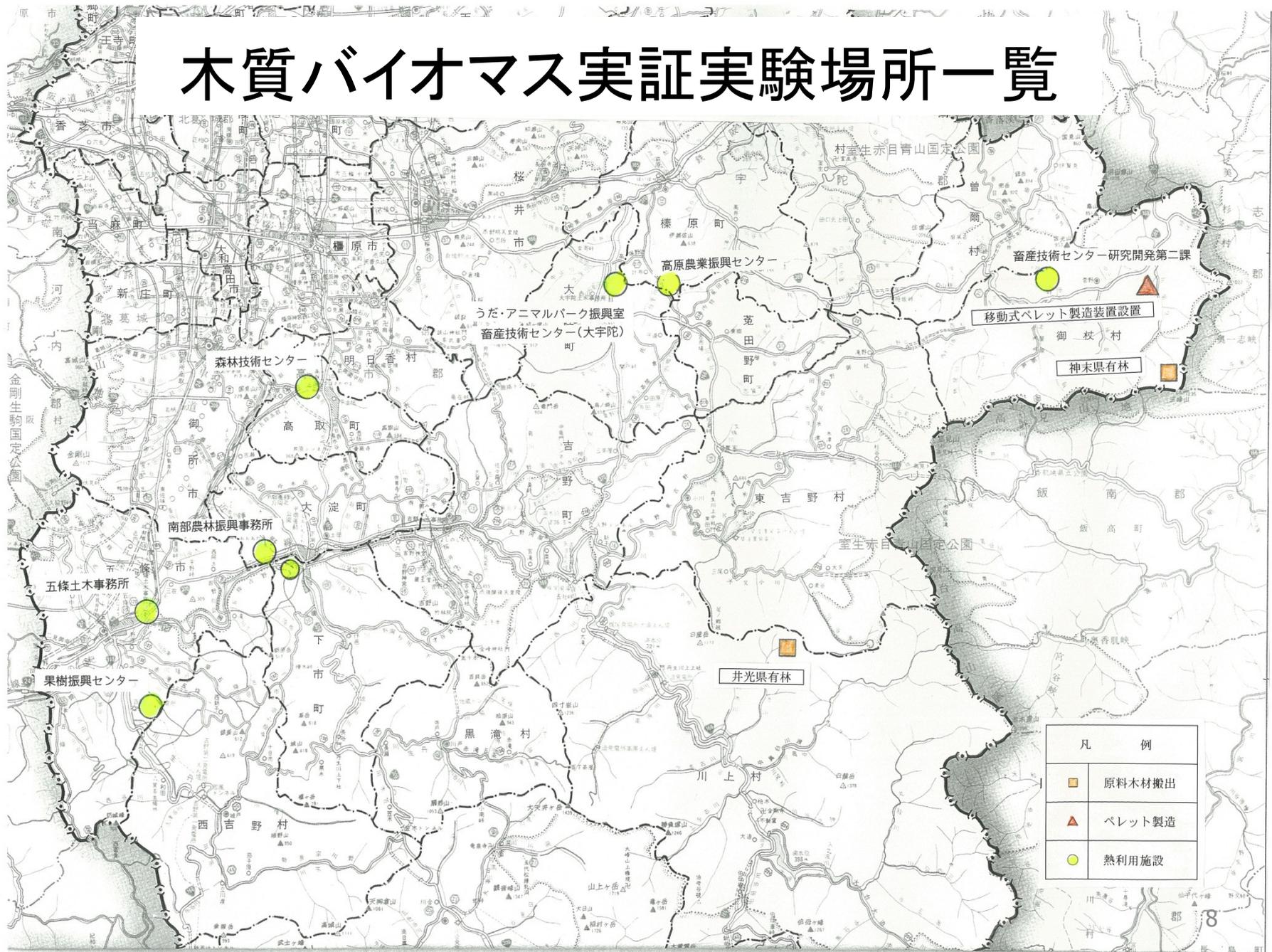
②実施体制

施設管理者が計測

③実施内容

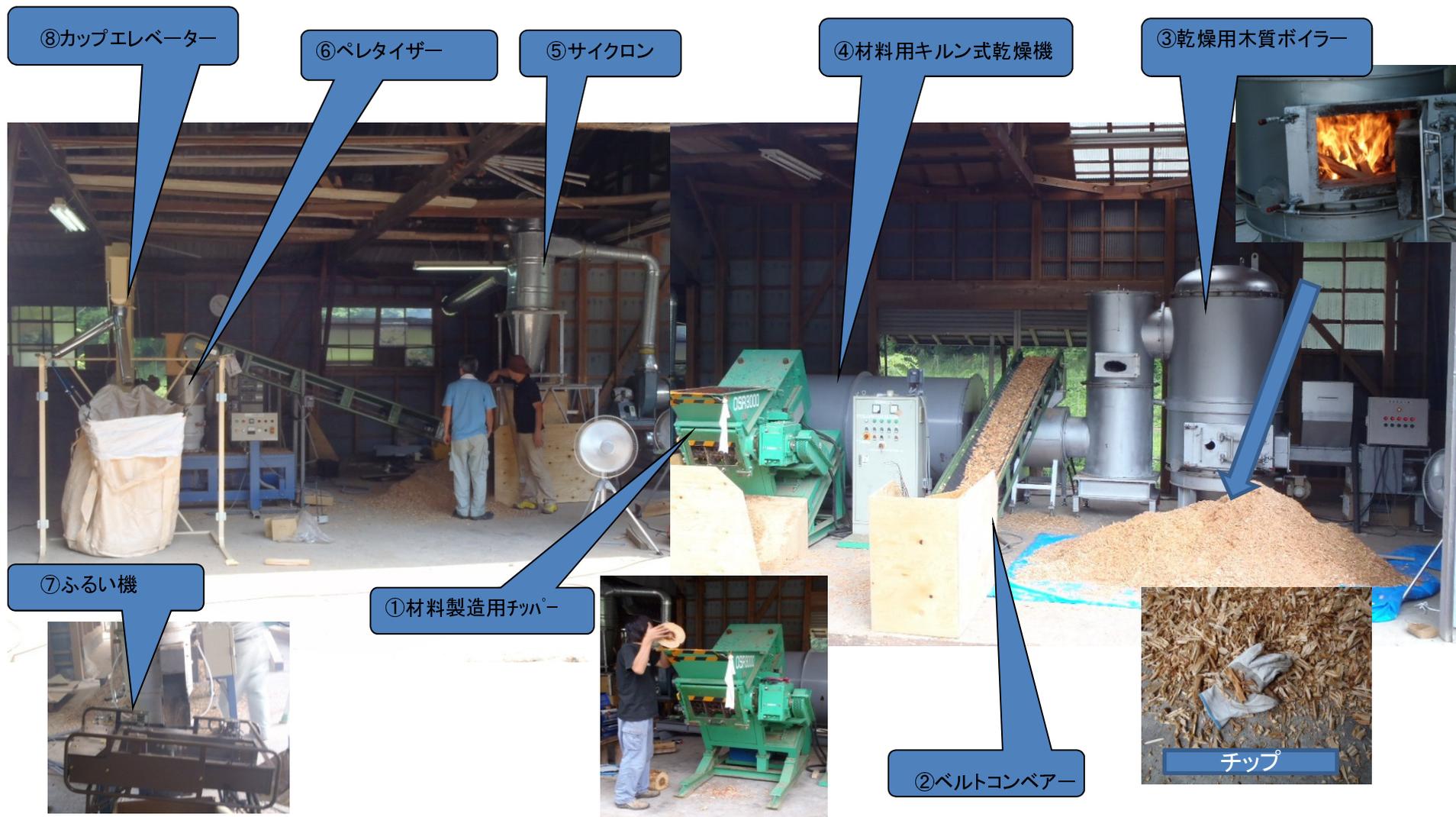
ペレットストーブ等の稼働時間や木質ペレット使用量を計測し、石油系燃料使用時とのランニングコストの比較実験の実施(メンテナンス等の検証を含む)

木質バイオマス実証実験場所一覧



凡 例	
	原料木材搬出
	ペレット製造
	熱利用施設

木質ペレット製造実験の状況



チップ製造①②→チップの人工乾燥③④⑤→ペレット成形⑥⑦→袋詰め⑧

3. H25実証実験結果の概要

(1) 間伐材搬出実験

① 実験結果

i 作業道沿いに集積された間伐材の積み込み 49t(61m³)
積み込み(グラップル及びクレーン使用)→3tトラックで搬送→荷下ろし

川上村井光(運搬距離65km)

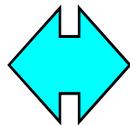
6.0 t/日 (クレーン積み込み、3 t車×2台×1往復/日)

御杖村神末(運搬距離5km)

10.0 t/日 (グラップル積み込み、2 t車×1台×5往復/日)



運搬距離20km当たりの
作業量 8.6t/日



目標を達成するためには12.0t/日
が必要



積み込み等の効率化及び搬送距離に
応じた効率的な配車計画を実現

ii 林内に切り捨てられた間伐材の集積実験

ウインチ集材(作業道から15m以内) 8.3t/人日

iii 移動式チップパーを使った現場でのチップ化実験

チップ製造 0.7t/人日

〔 直径8cm以下の小径材のみ対応可
チップ化することにより体積が4.2倍に増大 〕



クレーン積み込み



グラップル積み込み



移動式小型チップパー



ウインチ集材

②考察

- i・積込みは、林地の地形や作業道と木材の距離により、クレーンとグラップルの使い分けが考えられる。御杖村では木材を道沿いに集積できたためグラップルを使い、川上村では木材が道から5～8 mの距離にありクレーンを使った積込みが適しているため現場に応じた使い分けを行った。
 - ・作業道の道幅が狭く、汎用グラップルの取り回しが悪く積込みに時間を要したため、道幅に対応した機械の改良が必要。
 - ・1日当たり運搬目標値12.0tを達成するためには、積込み等の効率化及び運搬距離に応じた効率的な配車計画が必要。
 - ・原料用木材の乾燥度合いが低く(比重0.8～0.9)、トラック1車当たりの積載材積(m³)が想定よりも減少した。
 - ・トラックは専用スタンション付きでないと、積載量が減り、効率が悪くなる。
- ii・ウインチ集材は、道から離れた集材に優れているが、集材距離が長すぎると効率が悪くなる。
- iii・現地でチップ化は、大きな材を処理できないこと、チップ化で体積が4.2倍になり、積込み手間やトラック積載量が減るなど非効率となる。

③改善策

- i・奈良県の狭い作業道にあった林業機械(奈良型グラップル付きトラックなど)の開発及び導入を検討する必要がある。
 - ・トラックの運搬距離は、木質ペレット製造コストに大きく影響するため、極力20km以内で木材を調達する。
 - ・1台当たりのトラック積載材積を増加させるため、なるべく葉枯らし乾燥した原木を搬出するとともに、トラックは木材運搬用スタンスの設置を検討する。
 - ・グラップル及びクレーン積込みの作業効率化のために、間伐材は作業道沿い谷側の近い場所に集積するとともに、山側には高く積まないようにする。
- ii・切り捨て間伐材のウインチ集材は手間がかかるため、距離15m以上の集材は行わない。
- iii・現場での移動式小型チップパーの利用は効率的ではなく、ペレット製造現場で能力の高いチップパーを活用する。

(2) ペレット製造実験

1) 小型移動式ペレタイザーを使用した木質ペレット製造

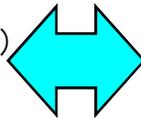
① 実験結果

ペレット製造実績 20t

1時間当たり製造量100kg

(※ロスが多い製造初期を除いた製造量平準化後)

H25ペレット製造コスト40円/kg



目標とするペレット製造コスト30円/kg
以下を達成するためには、1時間当たり
製造量130kg以上が必要



製造ラインの改善により効率化を実現

② 考察

- ・チップ乾燥後の二次破砕機が設置されていないためペレタイザーに投入するチップ形状が大きく、詰まりやマグネット回路故障などが発生し、度々メンテナンスに手間を取られ運転効率が悪くなった。
- ・チップ投入口が高く、投入作業が重労働となり非効率となった。
- ・人工乾燥後のチップが過乾燥状態となり、生チップによる水分調整が難しく、ペレタイザーを詰まらせ運転効率悪化の原因になった。また、微粉率の高いペレットが多くなり、ふるい作業が増加した。



ペレタイザー、ふるい機



木質ペレット

- ・ペレット製造現場は、夏場は乾燥装置等の稼働により高温になるとともに粉塵が発生するなど労働環境の改善が必要である。
- ・生チップの人工乾燥用燃料として乾いた薪が必要となるため、事前に確保しておく必要がある。
- ・完成したペレットのふるい作業と袋詰めが必要となるが、ふるい作業・袋詰め作業を製造現場でない場所(奈良県森林技術センター)で実施したため非効率となった。
- ・製造作業中にペレタイザーが詰まり、分解清掃時にチップ木片がペレットに混入することがあったため、工程管理の徹底が必要。(ペレットストーブの故障原因となる。)
- ・製造した木質ペレットの品質は、基準を満足するものであった。



過乾燥	適正	過湿
茶色	茶色	白っぽい
光沢なし	光沢有り	光沢なし
ムラ少	ムラなし	ムラ多
短い	3cm程度	短い

実証実験の生産物と品質基準 (一般社団法人日本木質ペレット協会)

	実証実験の生産物		品質基準	
含水率	7.8%		10%以下	
灰分(全乾状態)	0.47%		0.5%以下	基準A
発熱量 (含水率7.8%時)	高位発熱量	18.76MJ/kg	18.40MJ/kg以上	基準A
	低位発熱量	17.10MJ/kg	16.50MJ/kg以上	基準A
微粉率	0.5~5%		1%以下	

③改善策

- ・チップ乾燥後の二次破碎機を設置して、ペレタイザーに投入するチップの形状改善を図り運転効率を上げる。
- ・チップ投入台の設置により運転効率化を図る。
また乾燥直後のチップは過乾燥状態であり微粉率を上昇させ品質低下を招くことから、一時保管を行う。
(本格的な製造ライン(能力が現行の5~10倍規模)は自動水分管理機能を有している。)
- ・送風機設置や粉塵用の防塵カバーなど作業環境の改善を図る。
- ・生チップの人工乾燥用燃料として、前年度に原木から薪を作成し乾燥させておく。
- ・ペレット製造現場で、ふるい作業とペレット袋詰め作業を行う作業場所を確保する。
- ・二次破碎機の設定によりストーブの故障原因となる比較的大きな木片の混入予防が可能となる。
ふるい作業時においても混入防止を徹底する。

2) 温室を使った生チップの天然乾燥実験

① 実験結果

含水率15%までの乾燥期間

5cm厚:夏期 8日間 冬期:20日間

10cm厚:夏期17日間 冬期:28日間

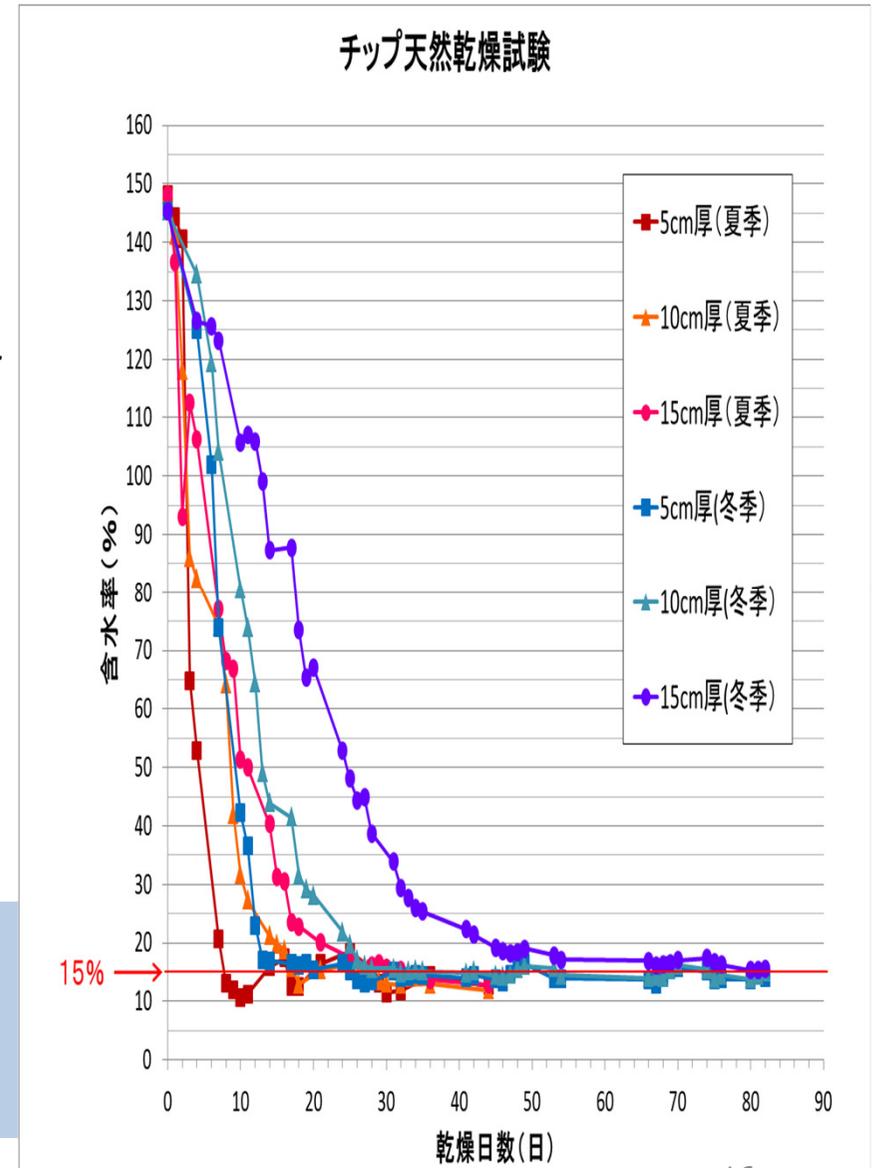
15cm厚:夏期30日間 冬期:80日間

② 考察

- ・ペレット製造時において人工乾燥工程が不要となる含水率15%に乾燥させるためには、温室を使用しチップ敷厚を5cmとしても、夏期で8日間、冬期では20日間を要した。また、温室における乾燥では、生チップの搬入、敷設、攪拌、搬出にかなりの手間を要した。
- ・含水率をある程度下げるには、送風設備等があれば温室を使わなくても比較的短期間で乾燥させることができると考えられる。これにより、生チップの人工乾燥時間の短縮が可能。

③ 改善策

- ・人工乾燥工程の時間短縮を図るため、簡易な原木の天然乾燥方法について検討を行う。
(例) 原木を短尺(40cm程度)に切断した後、1週間程度天然乾燥してから木質ペレット製造を行うなど。



(3) 熱利用実験

①実験結果

<ペレットストーブ>

- ・燃料消費量: ペレットストーブ 運転1時間当たり1.0kg

<ペレットボイラー>

- ・農業用ペレットボイラーは、1月中旬から稼働開始し燃料使用量の計測中。(1年間の使用量として取りまとめる予定)

②考察

<ペレットストーブ>

- ・輻射熱もあるため部屋全体を効率的に暖房できる。
- ・燃料についての経済比較では石油に比べ1日当たり95円有利となった。

灯油5ℓ／日(500円)－ペレット9kg／日(405円)＝95円/日
(灯油100円/ℓ、ペレット45円/kgで試算)

- ・生産したペレットの長さが長く、運転中に燃料供給できなくなり
燃焼が止まることがあったため、ペレット長さの調整が必要である。

<ペレットボイラー>

- ・農業用ハウスでは、石油ボイラーと比較して温度変化が少ないため、植物(柿)の生育に適している。

③改善策

- ・木質ペレットの製造コストを一層下げて、木質バイオマス利活用のPRに務めその普及拡大を図る。
- ・ペレタイザー導入時に、カット歯の調整を行いペレット長さを調整する。



ペレットストーブ



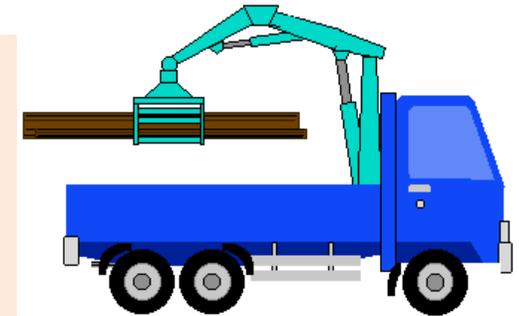
農業用ペレットボイラー

4. まとめ

木質バイオマスを再生可能エネルギーとして継続的に活用していくためには、製造コストの削減と木質バイオマス生産物の品質確保等が不可欠となっており、この実現に向けた課題と今後の取組について以下に取りまとめる。

(1) 製造コストの削減について

- ①原木木材の搬出については、目標値12t/日を達成するため、積み込み作業時間の短縮に向け、奈良県の狭い作業道に合った奈良型グラップル付き小型トラックの開発・導入を図る。
- ②原料木材の効率的トラック運搬を実現するため、運搬距離に応じた効率的なトラックの配車計画を立案する。
- ③作業道沿いの集積場所及び方法により積み込み作業時間が変わることから、現場条件に応じた効率的な集材方法等の検討を行う。併せて、木材調達の多様化を図るため地域住民からの買取や製材端材の一部導入を行う。
- ④ペレット製造について、目標とする製造コスト30円/kg以下を達成するため、1時間当たり製造量130kg以上を達成する必要がある。このため、
 - ・二次破碎機の設置
 - ・チップ投入作業台の設置等による製造ラインの改良
 - ・生チップの人工乾燥時間を短縮するため、原木丸太を短尺に切って一定期間天然乾燥するなど簡易な原木の天然乾燥方法の検討等を実施。



(2) 木質バイオマス生産物の品質管理について

- ①木質ペレットの品質を一層向上させるため、ペレタイザー投入時の乾燥チップの水分管理を徹底し、微粉率の縮少を図る。
- ②燃焼器具の運転に適合したペレット形状にするため、必要に応じてペレット長さの調整を図る。

(3) 木質バイオマス利活用に向けた普及啓発

- ①熱利用の施設整備の拡大を図るとともに、広くPR活動を展開する。
- ②県内市町村の参画のもと木質バイオマス利活用検討会議や普及啓発のためフォーラムの開催を行う。