

3. 事業の成果及び検証

3-1. トレファクション装置の開発

図 11 に製作中のトレファクション炉を示す。平成 25 年 9 月に機器の基本設計、10～11 月に詳細設計を行った後、11 月より製作に着手した。非常に限られた時間ではあったが、同年 12 月中旬までに装置の主要部分であるトレファクション炉が完成した。

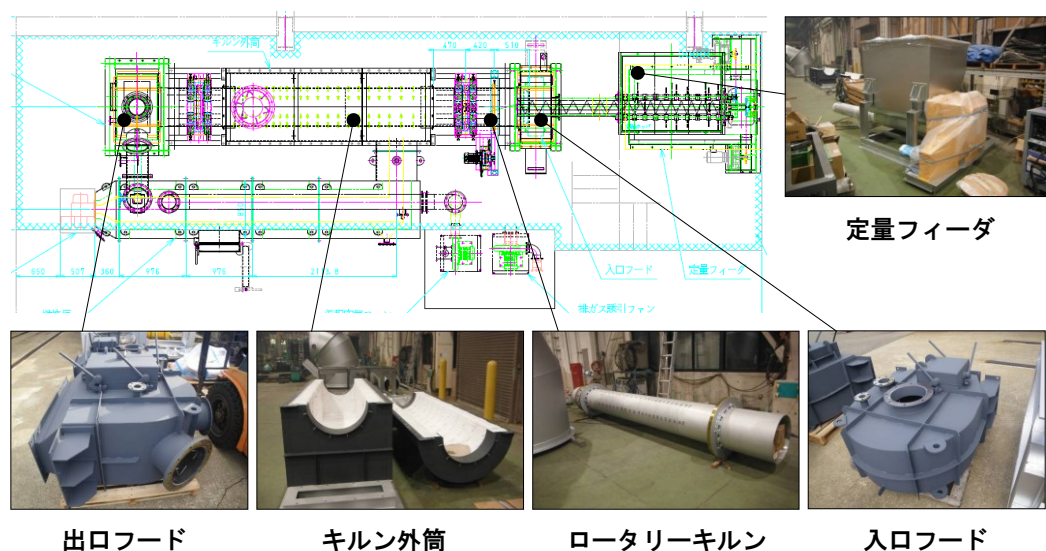


図 11 製作中のトレファクション炉

完成直後のトレファクション炉を、平成 25 年 12 月 19 日に（株）アクトリー本社で開催した現地検討会にて披露した。その様子を図 12 に示す。



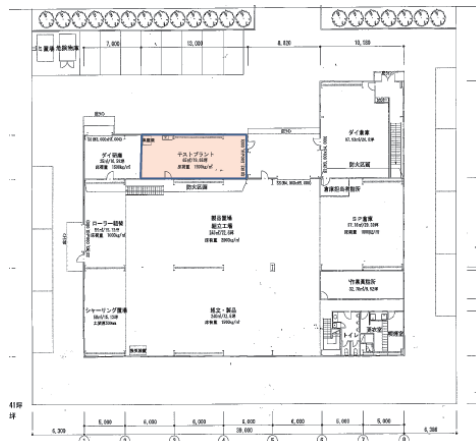
図 12 トレファクション炉見学の様子（平成 26 年 12 月 19 日）

当初は次年度に装置を設置予定であったが、これを前倒して平成 26 年 2 月より搬

入、設置を行うべく、作業を開始した。設置場所は三洋機械工業（神奈川県伊勢原市）内の 65m² (20 坪) のスペースで、平成 26 年 2 月下旬に一部設置が完成した (図 14)。



建屋外観



設置予定スペース

図 13 トレファクション装置設置場所

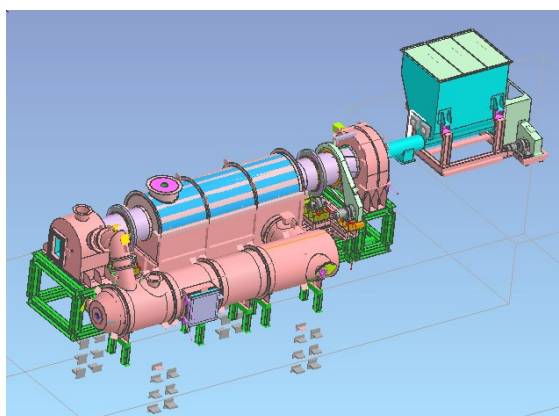


図 14 設置中のトレファクション装置 (左) および最終的な据付状態のイメージ (右)

3-2 トレファクション燃料の製造および利用実証

3-2-1 粉砕機的设计、設置、予備試験

2-2-1 で示した粉砕機的设计を平成 25 年 9 月に行い、10 月から製作に着手した。製作は 12 月末にほぼ完了し、平成 26 年 1 月から設置工事を開始した。設置場所はトレファクション装置設置場所と同一場所 (三洋機械工業 (神奈川県伊勢原市)) である。平成 26 年 2 月中旬に木材チップおよびトレファクション試作チップに対して粉砕試験を行った。

粉砕試験に先立ち、予備試験として、森林総合研究所多摩森林科学園所有の粉砕機を

用いて、粗破碎されたスギ木部、スギ枝葉、スギ樹皮チップに対して二次粉碎試験を行い、消費電力を測定した。結果を表 2 に示す。二次粉碎はすべて気乾状態の試料に対して行ったものであるが、スギ枝葉は木部に比べ粉碎時の消費電力が低かった。また参考までに「ハイパー木質ペレット」研究で試作したトレファクションチップ粉碎時の消費電力も合わせて示す。消費電力は未処理物に比べ約 1/5 に減少した。このことからトレファクション物が脆く、粉碎しやすいだけでなく、トレファクション燃料製造に要するエネルギーを低減する効果があることがわかる。

表 2 各種試料の二次粉碎における消費電力

試料	消費電力 (Wh/kg)	備考
スギ木部	16.7	切削チップ
スギ枝葉	11.8	破碎チップ
スギ樹皮	12.2	破碎チップ
(参考) トレファクション木部	3.3	「ハイパー木質ペレット」での 試作物、250℃処理

また予備試験としてトレファクション物も試作した。トレファクションは京都府向日市の福祉施設が所有するロータリーキルン方式の小型炭化炉 (図 15) を借用して行い、スギ全木チップからトレファクション物約 60kg を試作した。トレファクション後の物質収率は約 80%であった。またトレファクション物が発火しやすいため、金属製の容器に直ちに移し替えて数日間冷却後、フレコンバッグに移し替えた。



図 15 トレファクション物試作の様子

図 16 に粉碎機およびペレタイザの外観を示す。電源には建屋設備の制約から発電機 (供給電圧 440V) を使用した。粉碎条件の変更を容易に行える様、粉碎機のメインモーターをインバーター駆動とし任意に回転数を変更可能なものに改良した。またスクリーンの変更により、粉碎サイズの調整も可能である。粉碎物の回収と粉碎機のアスピレーション

ョンの目的でサイクロンセパレーターと風速センサーにより吸引量を任意設定可能インバーター駆動のファンを設置した。集塵部分には粉碎時の排気温度の変化を測定する様温度センサーも取り付け、トレファクション物の安全対策を講じている。

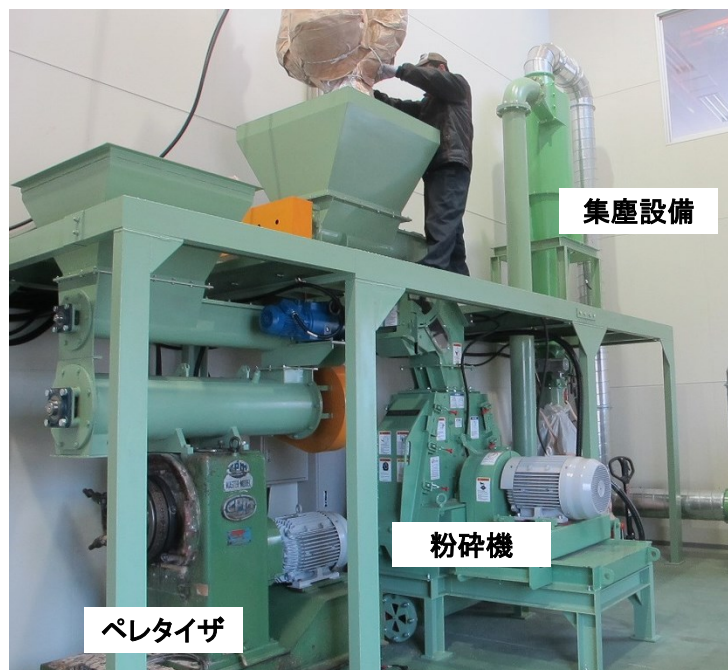


図 16 粉碎機およびペレタイザの外観

図 17 に粉碎物の写真を、表 3 に粉碎性能を示す。粉碎物は粉碎前の形状が未処理チップ、トレファクションチップでそれぞれやや異なるものの、トレファクションチップで細くなる傾向であり、その結果かさ密度の上昇にも表れている。粉碎に要する消費電力量はトレファクションチップで小さく、予備試験と同様の結果であった。



図 17 粉碎物 (スギ未処理チップ (左)、トレファクションチップ (右))

表 3 粉砕性能

試料	未処理チップ	トレファクションチップ
粉砕速度 (kg/h)	397	498
消費電力 (W)	7,573	1,555
消費電力原単位 (Wh/kg)	19.1	3.2
かさ密度 (kg/m ³)	147	168

3-2-2 ペレット化装置の設計、予備試験

ペレタイザの設計と平行して、スギ枝葉からのペレット化予備実験を実施した。ペレタイザにはフラットダイ方式（孔径 8mm または 6mm）を用いた。図 18 にスギ枝葉の二次粉砕物およびペレット成型後の写真を示す。原料供給速度は 44kg/h であった。成型前の二次粉砕物の含水率は 17.7%、かさ密度 217kg/m³ であったのに対して、成型後の製品含水率は 14.8%、かさ密度 553kg/m³ であった。ペレット成型により粉砕物から 2.6 倍圧密化（1/2.6 に減容化）されたことがわかる。トレファクション物に対してもペレット成型で同様の減容化効果が期待され、体積当たりのエネルギー密度を向上でき、輸送コストの低減が可能となると考えられる。

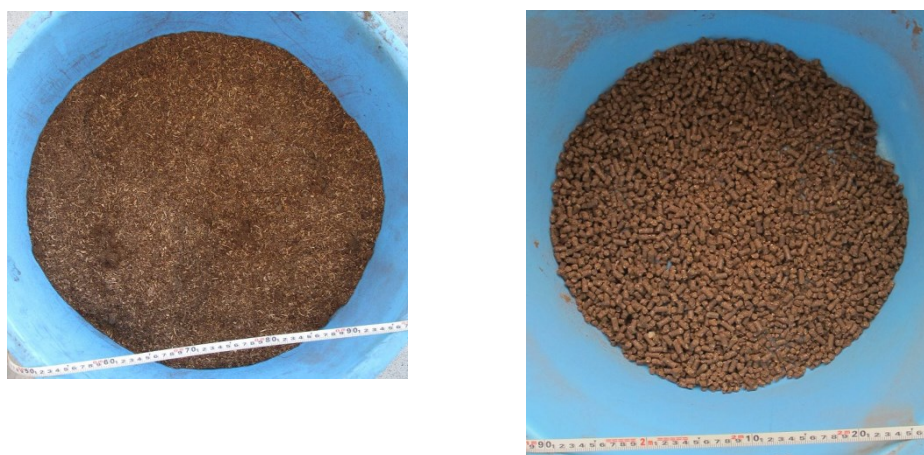


図 18 枝葉の二次粉砕物（左）およびペレット成型物（右）

次にトレファクションチップに対してペレット製造試験を行った。図 19 に試験に使

用したペレタイザおよびフラットダイを示す。ペレタイザは三洋貿易所有の小型機で、トレファクションペレット用に改造した。主な改造点は面積当たりの押し出し力を強くする為、ダイ（金型）の有効幅を通常より狭くし、それに伴う内部部品を変更した。原料供給部分（フィーダー）は今後のさまざまな実験を行う上で供給量の調整幅を大きくする為、無段変速機とインバーターを併用している。



図 19 ペレタイザ（左）とリングダイ（右）

前処理として粉碎済みのスギトレファクションチップ約 100kg に対して加水を行い、含水率（湿量基準）を 20%に調製後、一晚フレコンバッグ内に保管した。ペレット成型試験は、ダイ穴径を一般的な木質ペレットと同じ 6mm、ダイ厚さを 25mm にして開始した。しかし未成型物が多かったため、ダイ厚さを 30mm に交換して再度試験を開始した。その結果、通常の木質ペレット成型時よりも高い温度（130℃付近）で連続成型が可能であった。しかしペレット温度が徐々に増加したためペレタイザ負荷軽減の目的で手動加水を実施し、結果約 50kg のトレファクションペレットを製造できた(図 20)。



図 20 トレファクションペレット

表4にトレファクションペレットの性能を示す。かさ密度は734kg/m³と木質ペレット品質規格の上限値に近い値を示した。含水率は1.3%とほぼ無水状態に近かった。これはペレット成型温度が高いことも影響していると考えられる。低位発熱量（湿量基準）は20.7%で、木質ペレット品質規格の下限値（16.5MJ/kg）比で25%の増加であった。機械的耐久性は木質ペレット品質規格の下限値（97.5%）より若干下回った。なお評価法の詳細は次項目で述べる。機械的耐久性は、民生利用における運搬、供給の面で重要な因子である。今後、原料供給量、含水率、添加剤等の成型条件を検討して十分な強度を保てる条件を見出していく。

表4 トレファクションペレットの性能

試料	木質ペレット 品質規格	トレファクション ペレット
かさ密度 (kg/m ³)	650~750	734
含水率 (湿量%)	≤10	1.3
低位発熱量(MJ/kg)	≥16.5(A,B)	20.7
機械的耐久性(%)	≥97.5	96.0

3-2-3 トレファクション燃料の利用実証

図21に群馬県前橋市に設置したペレットストーブの熱出力履歴の一例を示す。群馬県前橋市で行った利用実証では、クロマツ全木ペレットを燃料に、ストーブの熱出力を手動で高、中、低と変えて、各設定で各3日間燃焼試験を行った。表5に出力毎の燃料消費速度、燃焼灰、燃焼皿温度、排気温度を示す。燃焼皿温度、排気温度、灰発生量と出力設定との関連は今のところ見られなかった。来年度、トレファクションペレットに対する燃焼試験データと比較して、トレファクションペレットの利用の効果を検証していく。