

図 21 ペレットストーブ燃焼時の熱出力履歴の一例

表 5 出力毎の燃料消費速度、燃焼灰、燃焼皿温度、排気温度

出力設定	燃料消費速度 (kg/h)	燃焼灰 (重量%)	燃焼皿温度 (°C)	排気温度 (°C)
高	1.59	0.31	890.8	163.9
中	1.13	0.31	884.6	154.0
低	0.94	0.35	895.1	175.0

3-3 トレファクション燃料利用システムの設計

3-3-1 性能評価

図 22 に従来の木質ペレット（スギ全木ペレット）と、3-2-2 で試作したトレファクションペレットに対するコーンカロリメータ試験結果を示す。

着火時間は従来ペレットと変わらないが、図の発熱速度の挙動から有炎燃焼時の発熱量が低いほか、重量変化から燃え尽き時間が長くなることがわかった。燃え尽き時の総発熱量は 20.1MJ/kg となり、JIS のボンブ燃焼法から評価される低位発熱量の値（20.7）とほぼ一致した。このようにコーンカロリメータを使用することで、ペレットの状態での燃焼時の発熱挙動の経時変化を得られるだけでなく、発熱量も推定可能である。次年度はコーンカロリメータの燃焼挙動と耐久性、耐水性との関連を明らかにする予定である。

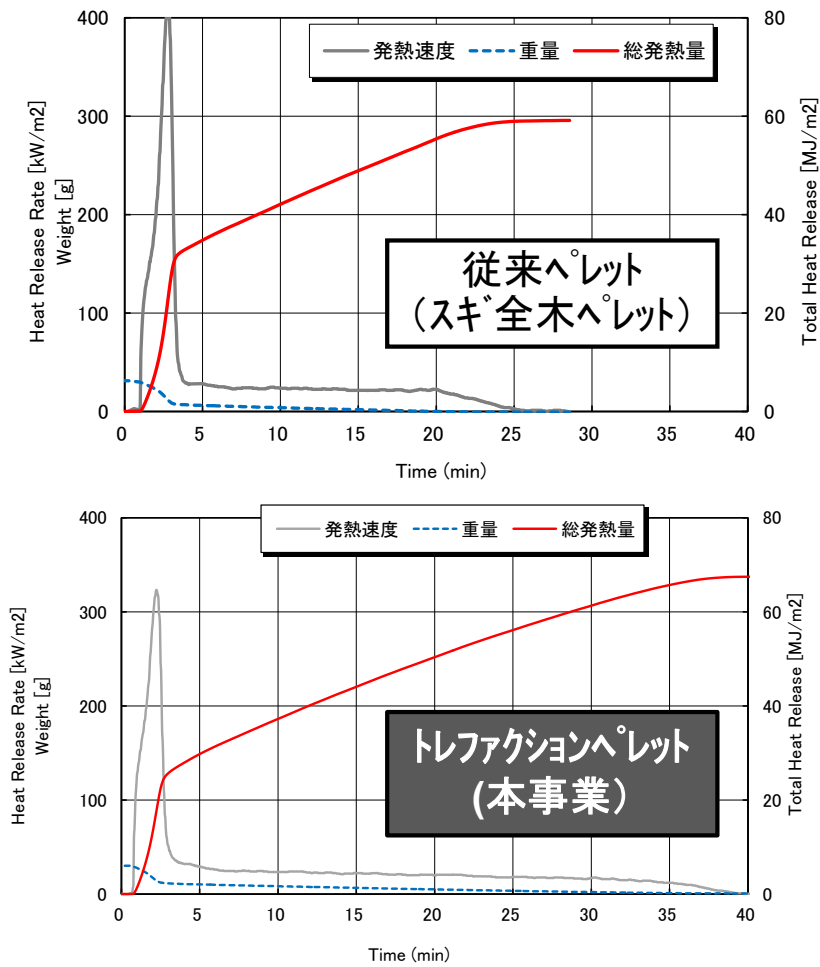


図 22 コーンカロリメータ試験結果

表 6 に結果から得られた燃焼性能を示す。着火時間には大きな違いは見られなかったが、トレファクションペレットでは燃え尽き時間が長くなり、有炎燃焼時の発熱量が低くなる傾向がみられた。このことはトレファクションペレットの火持ちが良く、無炎(熾火)燃焼時の発熱量が高いことを示している。

表 6 燃焼性能

	着火時間(s)	燃尽時間(s)	有炎燃焼／ 総発熱量
従来ペレット (スギ木部)	35.6	1,672	0.54
トレファクションペレット (TorrCoal)	28.2	1,870	0.37
トレファクションペレット (本事業)	31.2	2,162	0.39

図 23 に 3-2-2 の予備試験で試作したスギ枝葉ペレットの機械的耐久性試験を示す。含水率 17%の条件ではふるい上重量割合は 80.5%と、木質ペレット品質規格 (97.5%) を 17 ポイント下回った。これに対して含水率 28%のペレットではふるい上重量割合は 92.0%になり、含水率 17%条件のものに比べて大幅に増加した。含水率を通常の木質ペレットより高く設定することで、強度的に向上することが分かる。さらにスギ枝葉に米粉を 10%混合したところふるい上重量割合は 96.1%に達し、規格値に近づけることが出来た。枝葉にでんぷん系作物を添加することで、強度的に向上することが分かる。しかしでんぷん系作物は食用であることから、今後、トレファクションペレット成型時の添加物には非食系も検討していく必要がある。

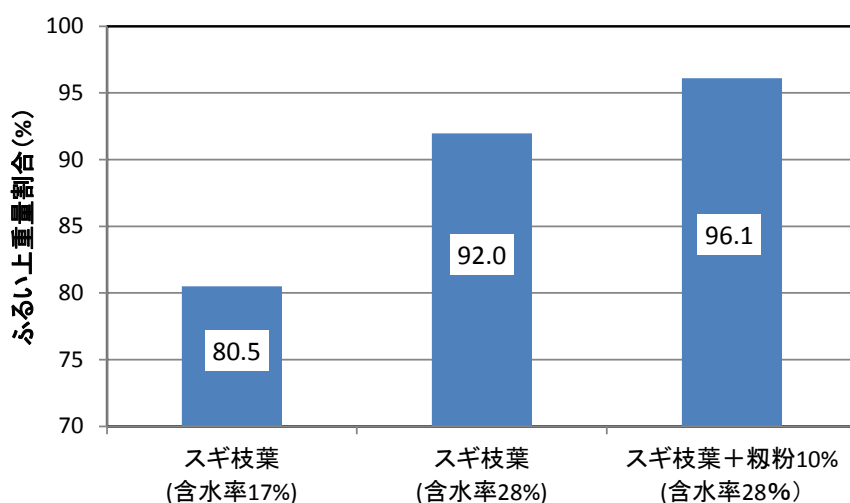


図 23 スギ枝葉ペレットの機械的耐久性試験結果

3-3-2 耐水性評価試験

図 24 に木部ペレットに対して水 20°Cで含浸させた際の直径膨張率の変化を示す。直径膨張率 (DS) は、変位計による直径の増大値を直径の初期値で除したものである。最初の数分で大きく増加し、含浸後 1 時間で 20%程度増加することがわかる。表 4 に初期傾きを示す。ここで用いたトレファクションペレットは「ハイパー木質ペレット」研究で試作したサンプルである。トレファクションペレットで傾きが低い傾向が得られた。一連の挙動に対して算出した近似式を図 24 に示す。近似式は木質ボードの厚さ膨張率の近似式を改良した。近似した際の相関係数を表 7 に示す。良好な相関が得られることがわかる。次年度は測定システムの自動化を図る予定である。

表 7 水含浸時の初期傾きと近似式との相関係数

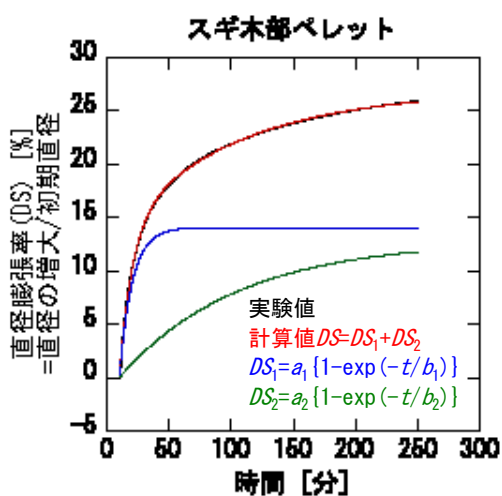


図 24 木部ペレットに対して水含浸させた際の直径膨張率の変化

試料	初期傾き [%/min]	相関係数
コナラ	17.2	0.9895
市販 スギ, カラマツ	16.5	0.9952
市販 カラマツ, アカマツ全木	14.2	0.9772
モウソウチク	7.4	0.9977
市販 針葉樹全木	5.4	0.9988
スギA	5.1	0.9989
市販 針葉樹木部	5.0	0.9988
オイルパーム	4.8	0.9985
トレファクションA	4.5	0.9958
テーダマツ	4.1	0.9995
アラカシ	3.4	0.9987
トレファクションB	2.2	0.9983
スギB	2.1	0.9990
トレファクションC	1.9	0.9990
スギC	1.6	0.9995
トレファクション(本事業)	1.5	0.9970
もみがら	1.1	0.9996
オイルパームファイバー	0.42	0.9983
ジャトロファ	0.069	0.9996
スギ樹皮	0.031	0.9996
カラマツ樹皮	0.019	0.9998
トレファクションE	0.0049	0.9998
トレファクションF	0.0031	0.9986

3-3-3 海外事例調査

- ・ドイツバイオマス研究センター (ドイツ ライプチヒ市)

(DBFZ, Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH)

同センターは 2008 年に設立された特殊会社形態の研究機関で、省庁間の障壁を取り払い、バイオマスのエネルギー利用技術開発研究を一手に担っている。4つの研究部門からなりこのうち固体バイオマスの燃焼は熱化学変換部門が担っている。同部門の研究の柱の一つがトレファクションで、燃料製造技術開発および利用技術の開発を行っている。訪問時は熱化学部門長の Volker Lenz 氏と討論を行い、特に小規模利用技術に関して知見を得た。同所ではペレットストーブの燃焼試験施設も有しており、装置開発を加速化できる体制となっている。



図 25 ドイツバイオマス研究センター (右から 3 人目が Lenz 氏)

・ TorrCoal 社（ベルギー／ディルセンストッケム市）

研究拠点はオランダにあるが、燃料製造プラントはベルギーにあり、2008 年から運転開始した。図 26 に建屋外観等を示す。トレファクション炉は直接加熱式ロータリーキルンを採用して乾燥チップを原料に 5t/h の生産能力がある。トレファクションを一時受けした後、ペレタイザにて 1t/h で製造されるほか、一部はチップを微粉化してバーナー燃料に加工している。製品はペレット、微粉ともに金属製容器に保管され、安全性を考慮した対策が施されていた。



図 26 TorrCoal 社（左 燃料化設備外観、右 燃料貯蔵庫）

・ California Pellet Mill（CPM）社 ヨーロッパ本社（オランダ／アムステルダム市）

同社はペレット燃料、飼料化設備で世界屈指の企業で、リングダイ方式のペレタイザを製造している。トレファクション燃料化ではオランダエネルギー技術研究センター（ECN）や TorrCoal 社に技術協力の実績を有している。同社においてペレット燃料化に関する技術討論を行い、含水率、添加剤調整の適正化に関する知見を得た。得られた知見を、次年度での燃料製造実験に反映していく予定である。



図 27 CPM 社での技術討論の様子

以上の調査から、トレファクション物への安全性の対策を十分に施す必要があると判断し、トレファクション装置の一部改良を行うことにした。図 28 に具体的対策を示す。

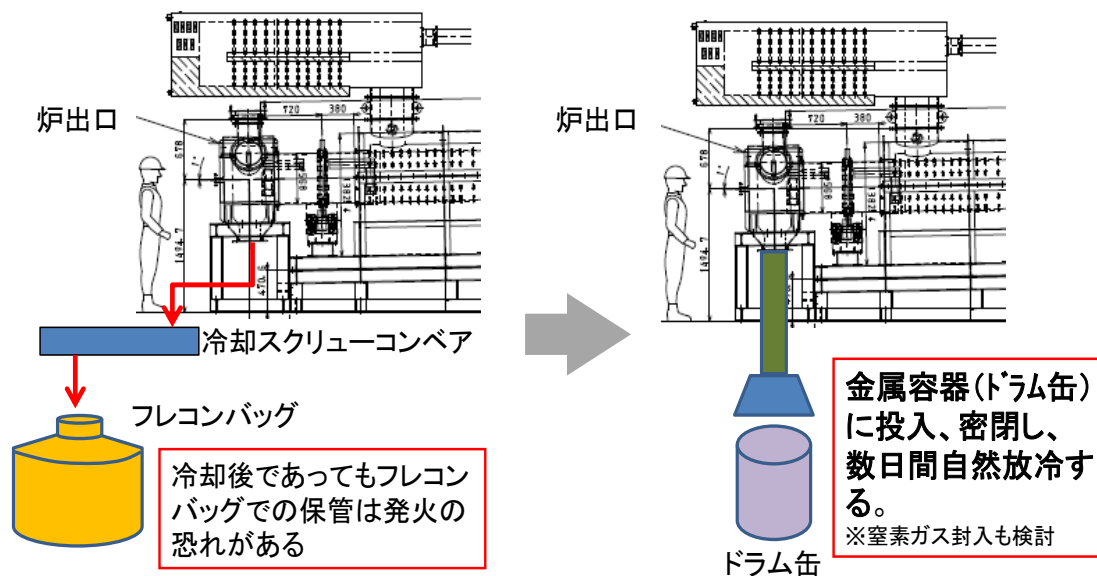


図 28 トレファクション物の貯蔵・保管対策

当初はトレファクション物を冷却後、汎用フレコンバッグで一時保管する方針であったが、冷却後であってもフレコンバッグの保管は発火の恐れがあると判断した。そこで金属容器に投入、密閉し、しばらくの間自然放冷する方式に変更する。最終年度におけるトレファクション燃料の連続生産に向けて、貯蔵・保管方法の改良を重ねていく。

・ Martens eko b.v.社 (オランダ/フォンラユ (Vanray) 市)

同社では年 75,000t の木質ペレットを製造している。原料は原木および製材工場のおが粉 (広葉樹および針葉樹) で、原木は 100km 圏内から集荷し、おが粉は周辺の製材工場等から生の状態で入手している。ペレット用の原木は一次、二次粉碎の後に、おが粉とともに乾燥工程に送られる。乾燥はベルト式乾燥機で行われ、熱源には発電機からの復水器の熱水 (90℃) が使用されていた。また工場内には木屑炊きボイラーおよび発電機が設置され、生材チップと建築廃材を混合したものを燃料にボイラー燃焼および 1950kW の発電が行われ、電力は自家消費のほか売電がなされている。ペレット製造機は CPM 社のリングダイ方式で、標準製造能力 4-5t/h の機種を 5 台 (第 1 系列 3 台、第 2 系列 2 台) 使用している。木質ペレット製品は EN 規格の認証を受けており、販売先は 70% が石炭火力発電所向け、30% が民生向けである。今後は生産を年 100,000t に拡張する予定である。図 29 に工場の様子を示す。



図 29 Martens eko b.v.社

・利用事例—畜産農家（オランダ）

オランダ首都アムステルダムから南約 100km に位置する畜産農家では、子牛の給餌、給水用にペレット温水器を利用している。以前はガス炊き温水器を利用していたが、2006 年にオーストリア G 社のペレット温水器（出力 95kW）を 1 基導入した。温水器からの温水に粉ミルクを混ぜて、配管を通じて 1,200 頭の子牛に与えている。ミルクを給餌させることで、肉質の改善など付加価値の向上に寄与しているという。木質ペレット消費量は年間約 80t 程度で、ガスに比べて燃料コストが半減したとのことである。運転実績は 2013 年末で 61,140 時間に達し、メンテナンスは年に 1 回程度である。

図 30 に施設写真を示す。時間の関係で視察できたところは限られたものの、このように小規模でも温水等の熱需要のある農家において燃焼機器を化石燃料炊きからペレット炊きに切り替えられる可能性を有している。



図 30 畜産農家における木質ペレット燃料利用
（左：飼育施設 右：ペレットストーブ）