

「CVT乾燥機を用いた竹チップ乾燥手法と乾燥竹繊維の新たな活用法の検討に関する研究」

1. 背景と目的

九州内の放置竹林問題の解決に向けて、竹の有効活用を考え、古くより先人が自然素材のみを使用した土間や土塀などで培ってきた技術を見直し、失われつつある我が国固有の景観の保全に貢献する目的で作られた弊社オリジナルの竹短繊維入り土系舗装材「かぐやロード」は、販売から10年以上たった現在も環境配慮型製品ということもあり、九州エリアを中心に関東・東北にも展開している。

上記のように弊社と関係が深い竹を原材料とした新たな製品を開発し、グリーンイノベーションチャレンジのコンセプトになっている、脱炭素社会に向けたCO2削減への取り組みを行い社会に貢献したいと考え、本事業にて研究開発に取り組んだ。

2. 竹チップ材料としての有用性

弊社では、主たる建設事業の他に防災安全事業があり、防災用品や安全保護具などを販売している。

現在我が国はその多くの地域で下水設備が整っており、平時には衛生的にトイレを使用することができる。一方で、災害時に下水設備が機能不全となる可能性があり、同様にトイレも衛生的に使用できなくなる可能性が高い。

そのため、感染症などのリスクが高く避難場所でも二次災害を引き起こす可能性がある。また、災害時には簡易非常用トイレが使用されており、殺菌や防臭の目的で凝固剤が使用されている。

そこで、弊社が技術やノウハウを有する竹が持つ消臭、殺菌作用に着目した。リサイクル材である乾燥竹チップに排泄物の水分と臭いを吸着させることで、既存の凝固剤と同等の能力を有する製品が開発できるのではないかと考えた。

3. 取組内容

① CVT乾燥機を用いた竹チップ乾燥手法のデータ取得及び効果

→ 乾燥機の原理及び実験結果は右記にて記載。

② 乾燥竹繊維の新たな活用法の検討

→ 乾燥竹チップ入り簡易非常用トイレなど新たな活用法を検討したが、本研究での製品開発までは至らなかった。

※次年度の研究で、製品開発を目指す予定。

4. 総括

今回の実験により、CVT乾燥機で竹チップの含水率を10%以下まで減少できることが確認できた。また、乾燥時間による含水率の減少推移の傾向も読み取れた。（これについては、共同研究先である福岡大学の麻生助教のオリジナルの乾燥システムにおいても同じ傾向であると評価を頂いた）今回の条件においては30分程度で約7%まで乾燥できる場合もあり、同じ条件の竹チップを従来の乾燥方法で乾燥した際の乾燥時間や、双方で要したエネルギーなどを含んだ評価は、別途、専門家を招いて評価していくべきと考える。

一方で、竹チップの粒子径による影響や、梅雨明けのみずみずしい竹や、伐採してすぐの若い竹（含水率50% over）などの乾燥について、所要時間がどの程度までかかるのかなど、考察すべき条件は非常に多く、それらを今後、実証実験にて検証していく必要がある。

本年度では研究期間が短く製品開発までは至らなかったが、新たな乾燥手法を活用することで土系舗装材「かぐやロード」に用いる乾燥竹チップの生産量を従来の石油ボイラーを活用した手法に比べ、1日（8時間）で約300kg程度であった生産量を8倍の約2,400kgに向上。その結果、キログラム当りに使用する必要エネルギー減少に繋がりCO2削減が見込まれる成果が得られた。

来年度以降もCVT乾燥機を活用した製品開発と事業展開に向けた共同研究を継続する方向で検討している。



Fig. 1 減圧式マイクロ波照射型乾燥機

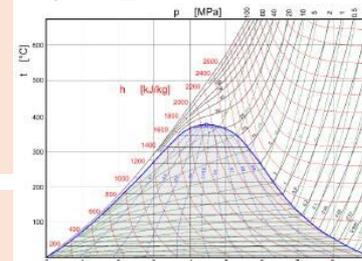


Fig. 2 水のT-s線図

(引用元: WIKIMEDIA COMMONS T-s diagram)



Fig. 3 竹チップを配置した炉内の写真

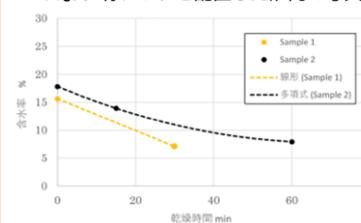


Fig. 4 乾燥時間と含水率の相関性

■ 実験装置 及び乾燥機の原理

今回、実験に用いた装置をFig. 1に示す。主な構成要素としては、乾燥炉、真空ポンプ、(真空ポンプ)冷却用のバッファータンク、乾燥炉内でマイクロ波を発生させるマグネトロン、一定の時間間隔で内部の真空度を下げる電磁弁となる。乾燥炉の内径は600mm、長さは1,000mmとなっている。

全ての物質は、主に大気圧下にて、その物質が持つ沸点まで加熱する(等圧加熱)ことで蒸発するが、温度を一定に保ち、減圧することで沸点が下がる(等温減圧)特性も持つ。

これらの特性は相関性を持つため、気圧を下げて沸点を低くし、少ない加熱量で蒸発させることができる。(Fig. 2に水のT-s線図を示す)

本実験機は、上記の物理現象を踏まえ、真空ポンプで炉内部の圧力を下げて蒸発しやすい環境下とし、マグネトロンによりマイクロ波を照射し、材料内部の水分子を加熱し、水分の蒸発を促す仕組みである。

■ 実験方法

あらかじめチッパーによって細かく砕かれた竹チップを土のう袋に詰め込み、乾燥炉の中に入れる。この際、炉上部から照射されるマイクロ波がなるべく均等に当たるように土のう袋は平置きにして平らにならす。この際、竹チップから放出された水分が土のう袋から放出しやすいように、土のう袋の口は大きく開けておく。次に、鋼鉄製のドアを閉じ、ボルトで固定する。減圧の際に漏れが生じないようにしっかりとボルトを閉める。

次に、真空ポンプを稼働し、電磁弁のタイマーをONにする(この時点で炉内の減圧が始まる)。本装置のスバックでは真空度は-0.06~-0.09MPaである。一通り内部の空気が抜け、-0.08MPa程度まで減圧されたことを確認した後、マグネトロンをONにする。この際、実験開始時の炉内温度、炉内圧力を記録しておく。

今回は、1回の実験あたり竹チップの量を5kgとし、実験開始前の含水率を測定しておき、乾燥時間によって含水率がどのように変化するかに着目した。

■ 実験結果

実験の際の炉内の竹チップ(5kg)の状態をFig. 3に示す。今回の実験は、粒子径と含水率がほぼ同じの2つの竹チップのサンプルを用い、1つ目のサンプルでは30分間、2つ目のサンプルでは15分間と1時間の2つの条件で実験をおこなった。

Fig. 4より、サンプル1もサンプル2も同様に乾燥時間に伴って含水率が低下しているのがわかる。初期値と15分、60分の3点のデータを得たサンプル2の結果より、概ね、時間に対して含水率が漸近線に向けて減少する傾向が見受けられる。サンプル1も測定点数を増やせば同様のカーブを描くと予想でき、漸近的な曲線で一定時間以降は時間に対する含水率の低下量は少なくなると考えられる。

時間(min)	0	15	30	60
1回目	15.62	—	7.13	—
2回目	17.82	13.93	—	7.96