

課題名：『竹粉 70%とPP(ポリプロピレン)による高強プラスチック化事業の可能性調査』 —熱可塑性樹脂による炭素繊維強化熱可塑性樹脂(FRP)への挑戦—

実施機関：特定非営利活動法人グリーンネットワーク

➤ はじめに

現在、放置竹林が全国的に拡大し、大雨によっては地滑りも起こしている。他の植物より成長が速いため周りの植物が光合成を妨げられ、森林や里山などに侵食し、生態系に悪影響を及ぼしている。主な原因は中国から安価なタケノコの輸入による国産の消費の減少と竹林所有者の高齢化や地方の過疎化のほか、竹製マテリアル材がプラスチック材に変わったことで需要がさらに減少し、竹林浸食のスピードに管理の手が回らない現状により、今や喫緊の社会問題となりつつある。

放置竹林を何とかしたいとの想いで約10年余、量産型竹粉製造機の開発や竹由来の乳酸発酵竹粉の農業・畜産活用で数多くの実証事例を作りビジネス化を図ってきた。しかし農業分野では限界があり、工業製品利用による竹資源の飛躍的利活用に重点を移してきた。

今回の可能性調査では竹の構造体における多孔質形状と剛性を活かし、技術面では「高品質の竹粉製造機」と「亜臨界技術による特殊混合溶融装置」のマッチングで竹の多孔質に樹脂が溶融浸潤できることが分かり、竹粉配合70%の高濃度バイオマスプラスチックペレットを試作し、樹脂メーカーへ供給する事業の可能性調査を目指すことにより、化石資源の依存度を減らし脱炭素社会への貢献と放置竹林の整備に弾みがつききっかけとなることを目指す。

➤ 事業化可能性調査の実施体制

竹粉の提供は竹粉製造機の初号機が稼働している栃木県茂木町より高品質乳酸発酵竹粉を供給し、特殊混合溶融装置は株式会社M&Fテクノロジーからの技術指導及び実証試験までの立ち合い協力を頂き、必要な調査を行った。

樹脂の提供及び共同試験は民間樹脂メーカー4社及び(一社)強化プラスチック協会が参画し、加えて物性評価試験は富山県産技研開発センターが試験片の制作から物性試験まで多大な協力を得る

その他、市場調査では各種イベント出展による来場者からのヒアリング実施や電話・アンケートによるニーズ調査を実施した。

➤ 事業化可能性調査の取組

事業調査取り組み内容は次の通り。

- ①竹粉入りバイオマスコンポジットペレット生産調査
竹粉70%をベースにPP, PE, PVA樹脂を亜臨界技術(混合溶融装置)を使い、竹粉と樹脂が均一に浸潤することや物性面の確認
FRP(繊維強化プラスチック)を低コストの熱可塑性樹脂に竹粉複合化することで実証する試験調査
- ②バイオマスプラスチックの射出成形試験調査
最適射出成型条件の確認、抗菌力試験の実施、成型品の品質確認
- ③新型竹粉製造機の基本コンセプト策定のための市場調査実施
各種イベント出展及び講演会等を通じたユーザーズ確認と竹粉製造機のモノづくり集団との開発提案調査
- ④竹林整備ボランティア・竹加工業者・地方自治体関係者とのヒアリング・市場性調査

導入技術の概要

高生産性(竹粉1.5トン/日)、竹粉粒度 300μ 、切削騒音は他の竹破砕機の100dBと比べ80~90dBと低く、消耗品工具¥1/竹粉1kgと安い。

又、維管束の多孔質(20μ)を潰さない高品質竹粉生産が可能となっている。

(多孔質電子顕微鏡写真)

特徴は竹粉とプラスチックを投入後、高温($250\sim 370^{\circ}\text{C}$ 以下) 高圧(22MPa以下)の水蒸気亜臨界域状態にすることで有機物を溶解し、竹の維管束が立体メッシュ構造になっている。そこに樹脂分子が浸潤することで物性強度アップとなる。

Fig.1 高速竹粉製造機



Fig.2 竹粉多孔質

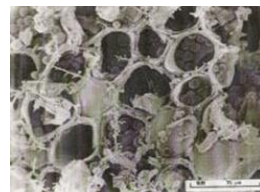


Fig.3 亜臨界混合溶融装置



➤ 事業化可能性調査の成果と課題

- ① 自社開発した竹粉製造機による高品質竹粉と水蒸気の亜臨界技術（混合溶融機）の組み合わせにより、竹粉70%をベースにPP（ポリプロピレン）、PE（ポリエチレン）、PVA（ポリビニルアルコール）樹脂との高濃度バイオマス樹脂を試作し、成果としてそれぞれ樹脂が竹粉の多孔質内に浸潤できたことにより、強度向上が確認できた。
樹脂メーカーからの試験要請が多数あったが稼働中の混合溶融機が1台のみで事業期間中の試作が限定され、一部の射出成型品や生分解性試験などが実施できずに終了となり、次年度引き続き順次実施していく。
- ② 抗菌力試験では黄色ブドウ球菌を対象に検査の結果、竹粉濃度に比例して抗菌性が確認でき、前回実施の大腸菌と同様な結果から機能性訴求ポイントになる。
- ③ FRP（繊維強化プラスチック）の熱可塑性樹脂に竹粉を複合化試験については、PPと竹粉と複合コンポジットの各々に対して、加熱減量特性の試験を実施した上でPP（ポリプロピレン）に竹粉70%を複合したコンポジットを作り、FRP協会指定の特殊強化試験片製作会社に送付した。特殊試験片製作ではCFRP（炭素繊維強化プラ）の異種材料接着等で樹脂表面改質向上試験を実施した。第1回の試験では炭素繊維被覆工程で超微細スリットで加熱コンポジットを通過させるときに竹粉粒子にサイズ過多があり、通過困難な状態が発生した。コンポジット製造時に更に微細竹粉を使用することが必要と判明し第2回試験に向けて、微細竹粉製造によるコンポジット製造の準備を開始した。
自動車部品への活用を目指しており、時間はかかるが課題をクリアして、挑戦する。
- ④ 竹粉コスト低減を図るため、竹粉製造機の小型化、省力化、自動化検討については市場性調査を実施。新型竹粉製造機の開発コンセプト構築、低コスト試算等試作段階レベルの構想が出来上がった。また、買い手側による新型竹粉製造機検討会市場性調査では、高い関心を持っていることが分かり、価格4~6百万円での購入ニーズや具体的な商談要請が数多くあり、手ごたえを感じている。
- ⑤ 竹林整備ボランティア・竹加工業者・地方自治体関係者への市場性調査では従事者高齢化問題や出口戦略モデルが不足しているなどの課題が解決できそうだと期待が数多く聞かれ、バイオマスプラスチックを利用した工業製品開発による竹資源の好循環を目指す先行リーダー的存在を目指す。
- ⑥ 国内外からバイオマスプラスチック化への化石資源規制強化の諸施策が追い風になる。例えば、
○「地球温暖化対策計画」ではバイオマスプラスチックに対する出荷目標が設定される。
2020年度79万ト、2030年度197万ト。
○プラスチックの資源循環を総合的に推進するための戦略（「プラスチック資源循環戦略」）を策定。
具体的には、
⑦ 使い捨て容器包装等のリデュース等、環境負荷の低減に資するプラスチック使用の削減、

- ⑧ 未利用プラスチックをはじめとする使用済プラスチック資源の徹底的かつ効果的・効率的な回収・再生利用
- ⑨ バイオプラスチックの実用性向上と化石燃料由来プラスチックとの代替促進
- 「G20大阪サミット開催」でも、環境問題として海洋プラスチックごみが大きく取り上げられ、世界全体での取り組みが必要となっている。
- EUでは使い捨てプラ規制や生分解性樹脂目標設定等日本より相当厳しい措置が施行されている。
- ⑦ 森林環境譲渡税（仮称）が4月より施行となり、都道府県・市町村単位で森林・竹林整備予算利用により放置竹林解消の一助になりうる。

➤ 今後の取組の方向性

- 今後の事業活動は
 1. 乳酸発酵竹粉(粒度約300 μ)を高濃度(70%等)に複合させた熱可塑性樹脂の原料をマスターバッチとして樹脂商社への原料販売
強度アップを目的とする用途提案を主とする
 2. 樹脂メーカーへの新規事業としての竹粉複合材料の供給販売
 3. 竹粉コスト低減策として竹粉製造機の小型化、軽量化や竹林現場での竹粉生産や機械のレンタルシステム等の事業展開を早期に実現化
また、低温真空乾燥機利用により竹棹部分以外の枝葉のパウダー化や孟宗竹以外の竹種にも対応可能な技術実証を促進
 4. コンポジット原料を作る混合溶融条件と製品化のための成型条件の実証試験を重ね、溶融条件・成型条件のマニュアル作成
- 他分野への波及効果は
 1. 技術シーズである竹粉製造機と低温真空乾燥機のマッチングにより竹粉機能性として抗菌性・消臭性や創傷治癒機能が考えられ、事業分野として化粧品・食品・医薬・健康器具への用途開発が可能となる。
 2. 竹素材の安定供給が可能になれば竹林所有者の6次産業化により地域の活性化と雇用創出が可能となる。
 3. 世界的に脱炭素社会への実現化に向けプラスチックの代替素材への転換及び資源循環関連産業へ追い風となっており、その先進モデル事業とすべく事業展開を促進していきたい。

【お問い合わせ】

実施機関名称：NPO 法人グリーンネットワーク
 担当者：理事長 佐野孝志
 TEL：03-3389-9510
 E-mail：sanot5660@wing.ocn.ne.jp
 URL：http://www.greennetwork.or.jp