

産業廃棄物の発生抑制・低減化に関する調査研究

藪谷祐希*, 山本佳嗣*, 市川幸治*, 内藤拓真*,
西川 孝*, 苔庵泰志*, 前川明弘**

Survey and Research on Control of Waste Generation and Waste Reduction in Fiscal Year 2025

Yuki YABUYA, Yoshitsugu YAMAMOTO, Koji ICHIKAWA, Takuma NAITO,
Takashi NISHIKAWA, Yasushi KOKEAN and Akihiro MAEGAWA

1. はじめに

近年、資源を一方向に消費するリニアエコノミーから、資源を循環させるサーキュラーエコノミーへの移行が国際的な課題となっている。我が国においても、令和4年にプラスチック資源循環促進法が施行されるなど、資源循環に向けた取り組みが進められている¹⁻²⁾。

プラスチックは原油価格の変動に大きく影響を受けるため、原油価格の高騰はプラスチック価格の上昇を招き、需給バランスを不安定にする要因となる。このような課題への対応として、石油由来材料の使用量削減を目的に、炭酸カルシウムなどの無機フィラーや、木粉、竹粉、もみ殻粉、貝殻、セルロース、食品残渣といったバイオマスフィラーを用いた複合材料の開発が進められている³⁾。

バイオマスフィラーの利用には、プラスチック使用量の削減に加え、未利用バイオマスの有効活用、コンポストや土壌中での分解性、焼却時の灰の低減といった利点がある。一方で、フィラー含有量が増加すると均一な混練が難しくなり、成形性が低下するため、相容化剤の添加が必要となる場合が多いという課題も指摘されている⁴⁾。

また、県内の紙器・紙管・包装企業において発生する紙端材は一部が古紙としてリサイクルされているが、微細な紙粉は再利用が難しく、産業廃

棄物として処理されている。しかし、紙粉の主成分はセルロースであることから、バイオマスフィラーとしての活用が期待できる。

そこで本報では、紙粉と汎用プラスチックであるポリプロピレン(PP)を種々の割合で混練し、紙粉混合 PP ペレットを作製した。さらに、これを射出成形することで試験片を作製し、その力学的特性を評価した。また、応用例としてスツール部品の試作成形についても検討した。

なお、三重県では資源循環の推進に向けた取り組みの一環として、工業研究所において令和3年度より「産業廃棄物の発生抑制・低減化に関する調査研究」を実施しており、本報では令和7年度の活動概要についても併せて報告する。

2. 具体的な取り組み事例

2.1 調査の概要

令和7年度は、33社を訪問しヒアリング・サンプリングを行うとともに、各種調査や分析評価、可能性試験に取り組んだ。ここでは、その中から調査及び分析評価の取り組み事例について述べる。

2.2 県内バイオマスフィラーの有効活用の可能性試験

バイオマスフィラーは、石油由来材料の使用量削減を目的に、バイオマス複合プラスチックとして開発が進められている。県内で発生するバイオマス素材の調査では、製材加工で発生する木粉、竹林の整備後に発生する竹粉、農業現場で発生す

* ものづくり研究課

** 電子機械研究課

るもみ殻、鳥羽・志摩地方で発生する牡蠣殻、食品加工で発生するあずき皮、おからが廃棄物として処理されていることが確認され、工業研究所ではそのリサイクル利用について検討してきた⁵⁻¹¹⁾。今年度の調査では、主に紙器・紙管・包装資材を製造している企業が工程内で発生する廃棄物の資源循環を推進するために、紙粉を増量剤（フィラー）として熱可塑性樹脂と複合し、有効利用する検討を行っていることがわかった。具体的な内容については後述する。

3. 紙粉複合プラスチックの作製と物性評価

本検討では、紙粉と汎用プラスチックである PP を種々の割合で混練し、紙粉混合 PP ペレットを作製した。さらに、これを射出成形することで試験片を作製し、その力学的特性を評価した。また、応用例としてスツール部品の試作成形についても検討した。

3.1 実験方法

3.1.1 試験体の作製

試験体の材料には、PP 樹脂（704J、プライムポリマー製）と、紙粉を用いた。また、相容化剤として、変性 PP(ユーメックス 1010、三洋化成製)を用いた。

PP 樹脂への紙粉の添加量を、0 wt%、10 wt%、20 wt%と変化させ、二軸押出装置 TEX30 α -43BW-4V、株式会社日本製鋼所)にて 200 °C で溶融混練し、造粒することで樹脂ペレットを得た。このとき、相容化剤の添加量は 5 wt%に固定した。

得られた樹脂ペレットを射出成形機（EC100SX II、芝浦機械株式会社製）に投入し、JIS K 7139:2009 多目的試験片 A1 に準拠した試験片(寸法：170mm×10mm(平行部)×4mm)を成形した。射出成形条件は、シリンダ温度を 200 °C、金型温度を 40 °C とし、スクリュ回転数を 100 rpm、射出速度を 60 mm/s とした。

3.1.2 物性評価

曲げ強さは、多目的試験片 A1 を用い、万能試験機（AG-100kNXplus、株式会社島津製作所）を使用して測定した。万能試験機による試験は、JIS K 7171:2016 における曲げ強さに準じて測定した。

3.1.2 熱的特性評価

熱的特性は、短冊形状（寸法：80×10×4 mm）

の試験片を用いて荷重たわみ温度を測定した。HDT 試験装置（ヒートディストーションテスター、株式会社安田精機製作所製）を用い、曲げ試験片に 1.80 MPa の応力を負荷した状態で 120 °C/h の速度で昇温した。試験片のたわみがフラットワイズ方向で 0.34 mm に達する温度を荷重たわみ温度とした。

3.1.3 スツール部品の試作成形

射出成形機を用いて、スツール部品の試作成形を行った。なお、試作に使用した材料は紙粉添加量 10 wt%のペレットを用いた。

3.2 結果と考察

3.2.1 力学特性の評価結果

力学特性の評価結果として、紙粉添加量に対する曲げ強さ及び曲げ弾性率の関係を Fig.1, Fig.2 に示す。なお、図中のエラーバーは標準偏差を示している。Fig.1 の曲げ強さにおいては、紙粉未添加で 40 MPa、10 wt%添加で 40 MPa、20 wt%添加で 43 MPa と、20 wt%添加では物性向上がみられた。曲げ弾性率においては、紙粉未添加で 1520 MPa、10 wt%添加で 1680 MPa、20 wt%で 1990 MPa と、物性の向上がみられた。

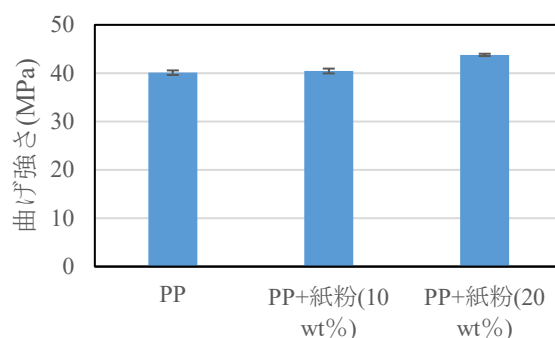


Fig.1 紙粉添加量と曲げ強さの関係

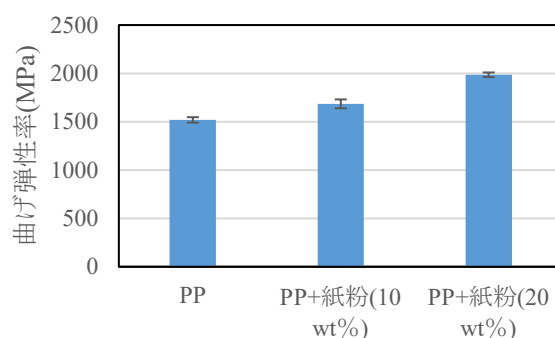


Fig.2 紙粉添加量と曲げ弾性率の関係

3.2.2 熱的特性の評価

紙粉添加量と荷重たわみ温度の関係を Fig.3 に示す．紙粉末添加で 64 °C，10 wt%添加で 64 °C，20 wt%添加で 68 °C と，20 wt%添加では耐熱特性の向上がみられた．

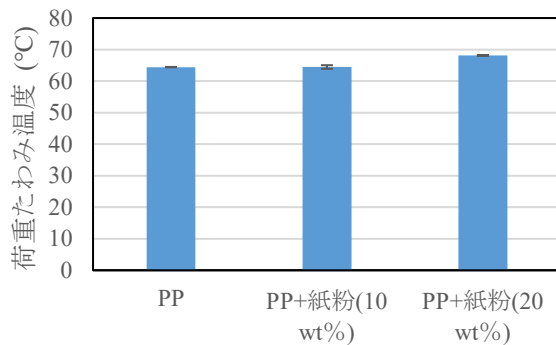


Fig.3 紙粉添加量と荷重たわみ温度の関係

3.2.3 スツール部品の試作成形

スツールの座面部品の試作成形を行った写真を Fig.4, Fig.5 に示す．一部の成形品においては，端部にガス発生による焦げがみられたが，成形条件を調整することで発生を抑制でき，良品を得ることができた．以上のことから，紙粉添加による曲げ強さ及び曲げ弾性率の物性向上とスツール部品の成形加工性が検証でき，紙粉複合プラスチックの有効活用の可能性が示唆された．



Fig.4 スツールの座面部品



Fig.5 スツールの外観

4. まとめ

本調査により，ヒアリング・調査・可能性試験等を行った．社会情勢の変化に伴いリサイクルにおける課題も変わっていくが，これまでに積み上げた技術的知見を活かし，今後も廃棄物の利活用の可能性を示し，地域循環共生圏の形成につなげていきたい．

謝辞

本調査研究事業では，県内企業の皆様より多くのご協力を賜りました．ここに記して感謝します．

参考文献

- 1) 環境省：“令和 5 年版環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書”．p35-41 (2023)
- 2) 伊藤浩志：“プラスチックの資源循環と耐久性”．成形加工, 36(9), p345 (2024)
- 3) 推野敦子，遠藤崇正，佐久間華織，佐藤勲征：

“みやぎアップグレードリサイクル推進事業” 宮城県産業技術総合センター研究報告，No.21, p37-39 (2024)

- 4) 大森和宏，男澤嶺，益子朱音，渡辺克人，八丁佳功，池添亮，太田好和，小橋川浩，谷越健太，高橋慶多，高松健司：“海洋生分解性バイオマスプラスチック／天然鉱物複合材料の開発” 栃木県産業技術センター研究報告，No.20, p10-15 (2023)
- 5) 村山正樹，市川幸治，森澤 諭，舟木淳夫，矢田喜大，前川明弘，増山和晃，西川 孝：“産業廃棄物の発生抑制・低減化に関する調査研究”．三重県工業研究所研究報告，46, p103-105

(2022)

- 6) 村山正樹, 松浦真也, 市川幸治, 森澤 諭, 西川 孝, 前川明弘, 増山和晃: “産業廃棄物の発生抑制・低減化に関する調査研究”. 三重県工業研究所研究報告, 47, p118-120 (2023)
- 7) 村山正樹, 松浦真也, 市川幸治, 藪谷祐希, 森澤 諭, 西川 孝, 苔庵泰志, 前川明弘: “産業廃棄物の発生抑制・低減化に関する調査研究”. 三重県工業研究所研究報告, 48, p78-80 (2024)
- 8) 藪谷祐希, 市川幸治, 森澤 諭, 西川 孝, 苔庵泰志, 前川明弘: “産業廃棄物の発生抑制・低減化に関する調査研究”. 三重県工業研究所研究報告, 49, p74-76 (2025)
- 9) 田中雅夫, 舟木淳夫: “籾殻炭化物を充填した

グリーンコンポジットの力学的特性”. 三重県科学技術振興センター工業研究部研究報告, 30, p87-89 (2006)

- 10) 田中雅夫, 舟木淳夫: “籾殻炭化物を充填したグリーンコンポジットの土壌分解性”. 三重県科学技術振興センター工業研究部研究報告, 31, p137-139 (2007)
- 11) 田中雅夫, 舟木淳夫: “籾殻炭化物を充填したグリーンコンポジットの制電性”. 三重県科学技術振興センター工業研究部研究報告, 32, p89-91 (2008)

(本調査研究事業は, 産業廃棄物税を財源としています.)