



バイオマスフィラー複合材料

バイオプラスチック活用への展開

機能性・メリットと将来展望



広島大学

デジタルものづくり教育研究センター

中谷 都志美



石油系プラスチック依存からの脱却が急務

～石油系プラスチックの継続的活用が招く4つのリスク～



01



石油・化石原料の 価格高騰・枯渇リスク

- 原油価格は地政学情勢により急騰
- 化石資源の可採埋蔵量は有限
- 原料コスト予測が困難に

✓ 解決策
国内農林業
バイオマスで
安定価格を確保

02



サプライチェーン寸断 (地政学リスク)

- 中東・ロシア情勢で輸入困難
- 港湾混雑・海上運賃の急騰
- 一極集中SCの脆弱性が露呈

✓ 解決策
国産原料でSC
強靱化を実現

03



プラスチック規制の 世界的強化

- EU包装廃棄物規則（PPWR）施行
- 国内プラスチック資源循環促進法
- 使い捨てプラ規制・課税強化

✓ 解決策
多回リサイクル

04



カーボンニュートラル・ ESG要請の高まり

- 投資家からのScope3開示要求
- 気候リスク開示義務の拡大
- グリーン調達基準の厳格化

✓ 解決策
CO₂削減実績を
数値で開示可能



バイオマスフィラー複合材料：4つのリスクに対応する戦略的ソリューション

カーボンブラック代替を実現するバイオマスフィラー



従来品



化石資源（原油）由来
カーボンブラック



エネルギー消費：高



製造コスト：中～高



CO₂排出：多い

代替 / REPLACE



代替候補



再生可能な農林残渣・木質資源由来
バイオマスフィラー



セルロース
ナノファイバー(CNF)

リグニン
粃殻炭



メリット

低エネルギー消費・低CO₂排出
再生可能資源で資源循環に貢献



デメリット

補強性・分散性は炭素材に劣る
品質バラツキ・前処理コストが課題

◎ 補強性・導電性に優れ品質が安定

バイオマスフィラーとは

植物・農業残渣・木材・海藻などの生物由来原料を加工した充填材（フィラー）。
ポリマーと複合化することで材料特性を改善し、石化プラスチックの代替・削減が可能。

セルロース

木材・綿・農作物茎

木粉・竹粉

間伐材・竹

澱粉

トウモロコシ・タピオカ

ケナフ・麻

植物繊維材料

稲わら・籾殻

農業残渣

海藻・藻類

海洋バイオマス

複合化技術の概要



バイオマス 原料調達

農業残渣・木材
間伐材など

前処理・ 乾燥粉碎

粉碎
ふるい分け

表面改質 処理

カップリング剤
サイジング剤

ポリマーと 混練・押出

二軸押出機
バンバリーMixer

成形加工

射出・押出
プレス成形

フィラー配合比

10～80 wt%まで調整可能。
目的に合わせて特性を設計

CB代替を可能にする材料特性

CB複合材より優れた力学特性と
色特性

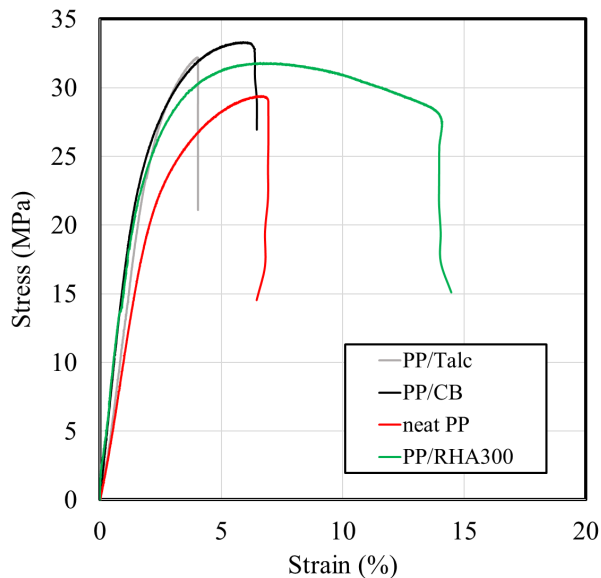
各種ポリマーとの複合化

PP, PE, PETなどのポリマーに対応

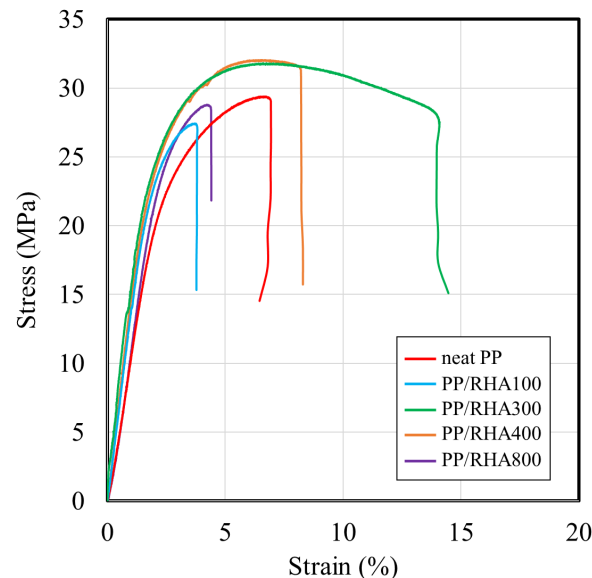
成形加工性

従来の射出・押出成形設備をそのまま
活用可能

機能性①：力学的特性の向上 (もみ殻灰/PP複合材料 引張特性)



✓ もみ殻灰がフィラーとして機能。
剛性・弾性率・のびが向上。



✓ もみ殻灰の調整条件によりPP複合材の
力学的物性値の制御可能。

機能性②：フィラー配合比 (もみ殻灰/PP複合材料)

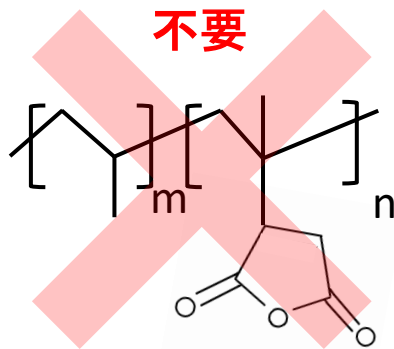


フィラー充填率

もみ殻灰をフィラーとして
最大**80wt%**まで充填することが可能。



PP/RHA400=20/80



相容化剤
マレイン酸変性PP

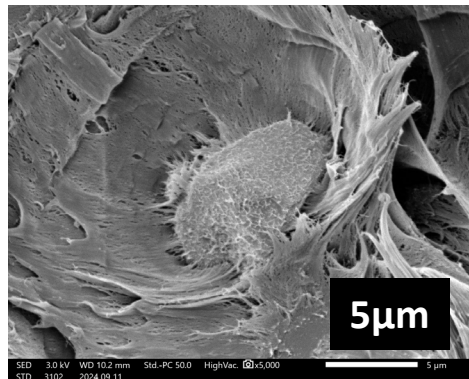


図. PP/もみ殻灰界面の
SEM画像

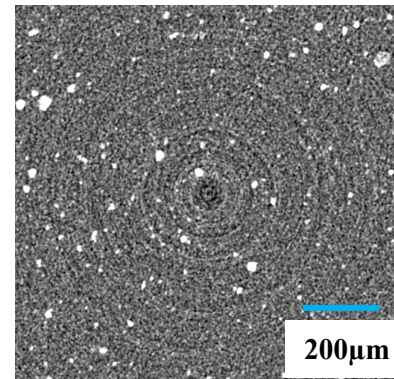


図. PP中のもみ殻灰の
分散状態 (X-CT画像)

相容化剤の添加がなくとも樹脂との界面接着性、
フィラー分散性が良好

機能性③：着色剤としての機能 (もみ殻灰/PP複合材料)



もみ殻灰複合材料における優れた黒色化特性

L*a*b*表色系

測色方式 SCI方式 正反射光（光沢）を含む

サンプル	L*	a*	b*	ΔE_{ab}
PP/CB	25.35	-0.05	-0.38	0.00
PP/RHA400	24.00	0.05	-0.29	1.36

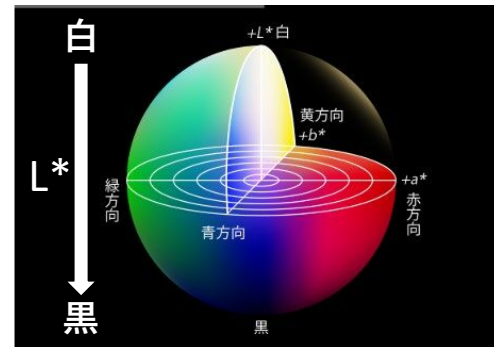
L*a*b*表色系

測色方式 SCE方式 正反射光（光沢）を除く

サンプル	L*	a*	b*	ΔE_{ab}
PP/CB	20.88	-0.08	-0.8	0.00
PP/RHA400	19.33	-0.04	-0.88	1.55

$$\Delta E_{ab} = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2}$$

L*a*b*色空間立体イメージ

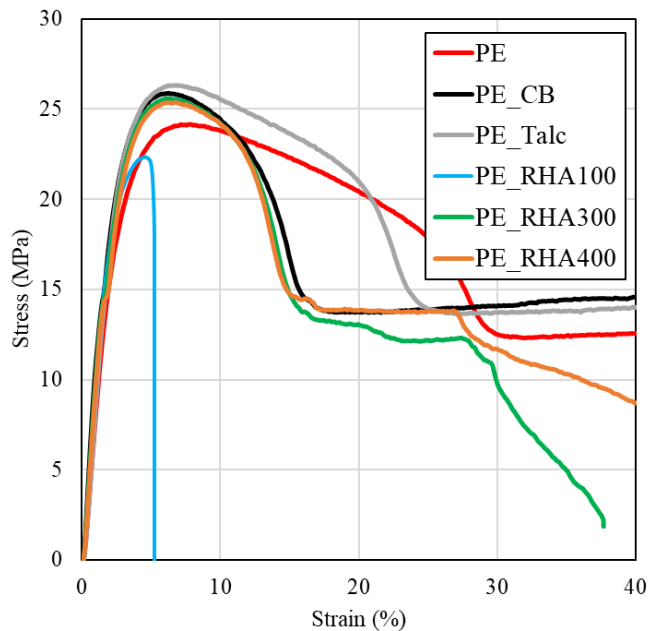


JMS2025にて展示



シボ加工入りPP/RHA400複合材

機能性④：各種ポリマーとの複合化 (もみ殻灰/PE複合材料 引張特性)



RHA100 RHA400

✓ もみ殻灰がフィラーとして機能。
CBと同等の性能。

✓ もみ殻灰とPEの複合化は
相容化剤の添加なしでも可能。

図. PE複合材の応力-ひずみ曲線

機能性⑤：各種ポリマーとの複合化 (もみ殻灰/PET複合材料 曲げ特性)

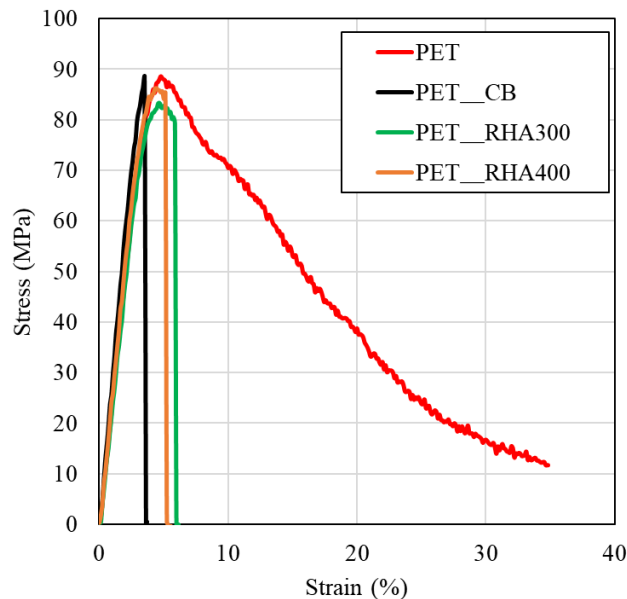


図. PET複合材の応力-ひずみ曲線



もみ殻灰がフィラーとして機能。
CB複合材に比べ、もみ殻灰複合材の
曲げ特性が優れている。



もみ殻灰とPETの複合化は相容化剤
の添加なしでも可能。

CO₂削減と多回リサイクル性



～50%

石油系プラ比
CO₂排出削減

100%

バイオマス由来
原材料比率（最大）

- カーボンニュートラル：植物由来原料は成長時にCO₂を吸収するためカーボン収支が改善
- 化石資源の代替・枯渇リスクの低減、サーキュラーエコノミー実現への貢献
- 農業廃棄物・林地残材を原料に活用することで廃棄物削減にも貢献

機能性⑥：PP複合材の多回リサイクル性 (もみ殻灰/PP複合材料 繰り返し混錬後の引張特性)

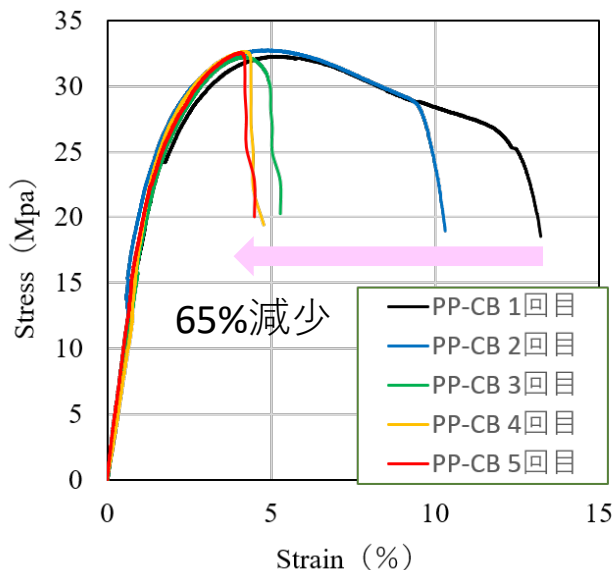


図. PP/CB複合材の応力-ひずみ曲線

繰り返しの混錬回数が増えるほど、
破断伸びが低下。

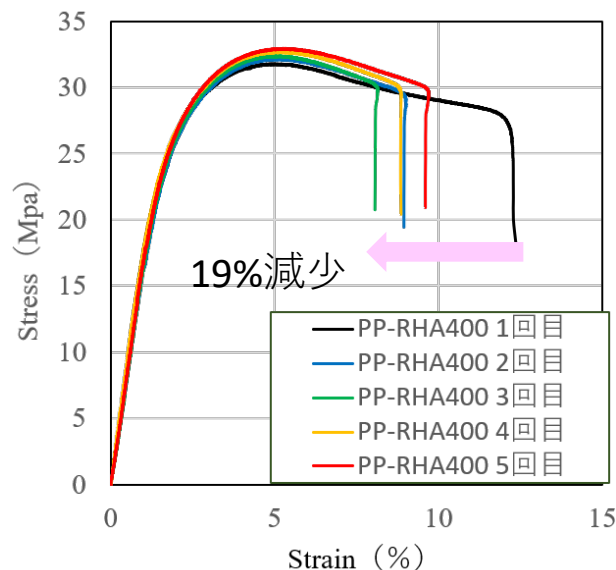


図. PP/もみ殻灰複合材の応力-ひずみ曲線

CBに比べ、繰り返しの混錬による破断伸びの低下は
抑止できる。
⇒リサイクル材の物性向上のための調整材として期待

主な用途・応用分野



建材・内装材

- フローリング材・デッキ材
- 窓枠・ドア枠
- 断熱パネル

自動車内装

- ドアトリム・インパネ
- 天井材・フロアマット
- シートバックパネル

家電・日用品

- 家電筐体・電子機器外装
- 文具・雑貨
- 食器・容器

包装材料

- 食品包装フィルム
- 緩衝材・トレー
- 通販向け梱包

農業・園芸

- 育苗ポット・プランター
- マルチフィルム
- 農業用資材

医療・衛生

- 使い捨て医療器材
- 衛生用品
- アメニティ用品

課題と技術的対応策



△ 耐水性・吸湿性

セルロース系フィラーは吸湿により特性が変動

✓ 表面疎水化処理
(シラン/チタネートカップリング剤)

△ 臭い・変色

加熱時に臭気・黄変が発生する場合あり

✓ 低温加工プロセスの最適化
⇒ 水・ガス吸着性に期待

△ 界面相溶性

親水性フィラーと疎水性ポリマーの相容性が課題

✓ **相容化剤不要**
⇒ 洗浄プロセスによる改善

△ 原料品質の安定性

農業残渣など天然原料は品質・組成のバラつきが存在

✓ 前処理標準化・品質管理プロセスの構築とサプライヤー認定制度

△ 成形条件の最適化

配合比・品類ごとに成形パラメータの調整が必要

✓ データベース構築とAI活用による配合設計・成形条件の最適化