

# 県産バイオマス(もみ殻)を利用したバイオマスプラスチックの開発

企画管理部 産学官連携推進担当 水野 渡

中央研究所 寺田 堂彦

## 1. 緒言

富山県は米どころであり、約 40,000ha の圃場で水稻が栽培され、220,000t の収穫量がある。その際、55,000t のもみがらが発生するが、多くの場合、圃場に還元されているのみで、農家からは有効利用が求められている。これまでの研究では、セルロース混合可塑化成形装置を用いてもみがらとプラスチックを複合化した射出成形用材料を開発することを検討した。セルロース混合可塑化成形装置は、高速衝突粉碎・攪拌により、バイオマス中の水分を利用して装置内で高温・高圧水蒸気を作りだし、バイオマス成分の変性と汎用樹脂に対する溶解性の向上を図りバイオマスと汎用樹脂を複合化するものである<sup>1),2)</sup>。もみがらを配合することによって、引張弾性率や荷重たわみ温度等の物性が向上することが示された。今回、もみがらの樹脂に配合する適応範囲を拡大することと配合材料の物性をより向上させるため、もみがらの特性評価と配合材料の物性との関係を検討した。

## 2. 実験方法

### 2.1 材料

使用したもみごらは、2010 年秋に富山県内小矢部市で得られたものを使用した。ポリプロピレン (PP) は、市販されているもの 5 種を使用した。添加剤としては、樹脂とフィラーの界面の接着性を向上させるものとして、4 種使用した。

### 2.2 セルロース混合可塑化成形装置

実験で使用したセルロース混合可塑化成形装置は、株式会社日本成工製 MF 式混合熔融機 MF-1001R を使用した。配合割合が 60%に相当するもみごらを予備粉碎した後、ドライブレンドで添加剤を 3%(w/w)加えた PP を装置にいれ、配合材料を作成した。

### 2.3 物性評価

もみごらの形態観察および元素分析については、走査型電子顕微鏡 (株式会社日立製作所製 S-3400N) を使用した。もみごらの熱特性の評価は、熱分析装置 (理学電機株式会社製 Thermo Plus 2 を使用した。配合材料は、小型射出成形機 (日精樹脂工業株式会社製 NPX7-1F) により、

材料から試験片を射出成形し、小型強度試験機 (株式会社島津製作所製 EZ-LX) で引張試験と熱変形温度測定装置 (株式会社安田精機製作所 HD-500) による荷重たわみ温度測定とピカット軟化点温度測定を行った。

## 3. 実験結果および考察

### 3.1 もみごらの形態

もみごらは、一般的に表 1 のような組成を持っている。この中で 20%前後含まれる SiO<sub>2</sub> が、もみごらにバイオマス材料の中でも高い強度や耐熱性を与えるとされている。図 1 に走査型電子顕微鏡によるもみごら外面の形態を示した。もみごら外面は 40μm 程度の突起を持った鱗片状の構造を持っていることがわかる。また、断面の Si マッピングの結果を見ると (図 2)、Si は、外面に分布しており、特に突起部分では高濃度に分布していることがわかる。また、粉碎したもみごらの X 線回折測定を行ったところ、セルロースの結晶性ピークは見られたが SiO<sub>2</sub> に関連したピークは見られなかった。このことから、もみごら中には、非結晶性の SiO<sub>2</sub> が局所的に分布し、これがもみごらの特性に影響していることがわかった。

Table 1 Component of rice husk

Component	Percentage
Lignin	20%~34%
Cellulose	24%~39%
Hemicellulose	17%~26%
SiO <sub>2</sub>	13%~29%

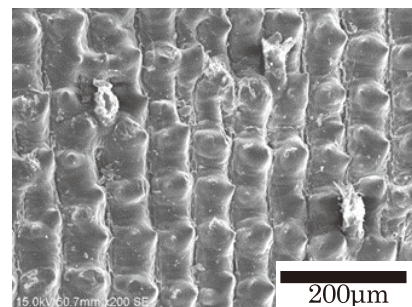


Fig. 1 SEM image of rice husk

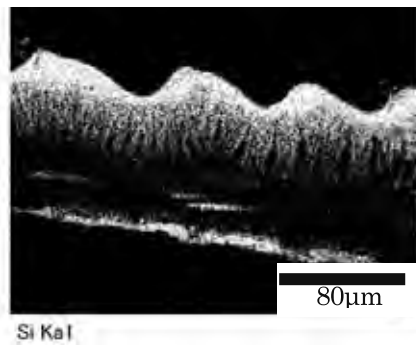


Fig. 2 SEM image of Cross-section of rice husk

### 3.2 もみがらの熱特性

図3に粉砕したもみがらを空気気流中で500℃まで昇温して測定した熱重量(TG)・吸発熱変化(DTA)の結果を示した。100℃付近までに水分および揮発成分の6.74%の重量減少が見られ、200℃～350℃、350℃～470℃にそれぞれ43.57%、30.25%の大きな重量減少と発熱が見られる。200℃～350℃の重量減少はセルロースおよびヘミセルロースの分解であり、350℃～470℃の重量減少はリグニンの分解と考えられる。また、残分(19.44%)はSiO<sub>2</sub>と考えられる。このことから、もみがらを配合する場合にはセルロースの分解が起こらない200℃までで加工することが目安になることがわかった。また、図4に空気気流中で200℃まで昇温し、その後200℃を60分間維持して測定したTG-DTAの結果を示した。結果を見ると、200℃までは図3と同様に水分および揮発成分の重量減少が見られ、その後200℃が維持された状態では、60分で4.40%の重量減少が見られた。このことから、空气中200℃において緩やかに分解が進むため、配合時の加工時間は短くする必要があることがわかった。

### 3.3 もみがらの配合と物性

これまでの研究では、PPに対してもみがら60%とPPともみがらの界面接着性を向上させる添加剤を配合した場合は、PPでは引張弾性率が1GPa～2.5GPaの引張弾性率が3.5GPa～5GPaに向上することがわかっている。非結晶性SiO<sub>2</sub>である石英ガラスの弾性率は、70GPa程度であることから、セルロースだけでなくSiO<sub>2</sub>の効果が出てい

るものと考えられる。また、荷重たわみ温度測定とビカット軟化点温度測定においても、もみがらと添加剤を配合した材料は、荷重たわみ温度が60℃から94℃程度に向上し、ビカット軟化点温度も80℃から124℃程度に向上した。これらももみがらの熱特性の効果があり、もみがらが分解する200℃まで補強効果が得られると思われる。

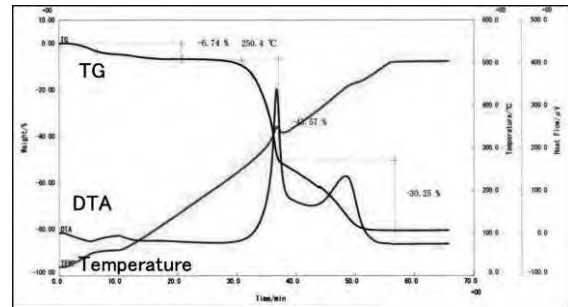


Fig. 3 TG-DTA curve of rice husk (R.T.-500℃)

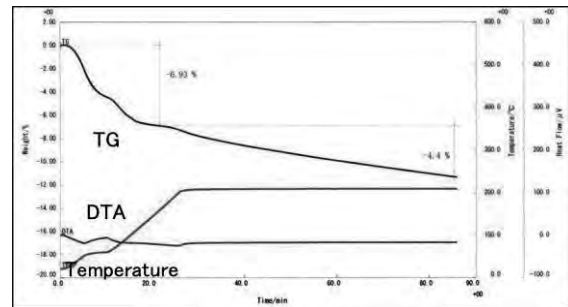


Fig. 4 TG-DTA curve of rice husk (200℃ hold)

## 4. 結言

県内で産出するもみがらを配合したバイオマスプラスチックを開発するため、もみがらの特性を評価し、その特性とPP/もみがら配合材料の物性を関連づけた。もみがらに含まれるSiO<sub>2</sub>成分により、材料が高い弾性率や耐熱性を持つことがわかった。

### 参考文献

- 1) 水野, 成形加工シンポジウム'14, 385 (2014)
- 2) 水野, 成形加工'15, 261 (2015)

### 謝辞

研究に当たり、富山県立大学に協力をいただきました。ここに謝意を表します。

キーワード：もみがら、ポリプロピレン、セルロース混合可塑化成形装置、射出成形、添加剤

## Development of biomass plastic using the rice husk that was produced in Toyama Prefecture

Project Promoter: Wataru MIZUNO, Central Research Institute; Dohiko TERADA,

In order to develop a biomass plastic blended with rice husks, to evaluate the characteristics of the rice husk, it was associated with the physical properties of its characteristics and the PP/ rice husks compounding materials. The SiO<sub>2</sub> components contained in the husk, it was found that the material having a high modulus of elasticity and heat resistance.