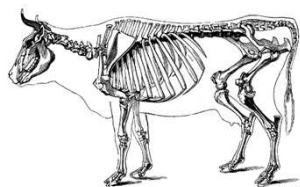


# 家畜骨由来HAPフィラーを活用した複合材料の開発

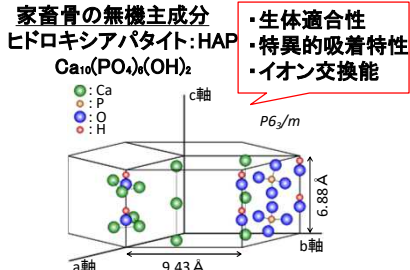
宮崎県工業技術センター 資源環境部 ○田頭宗幸 下池正彦 溝口進一 高橋克嘉  
 (※1現 材料開発部 ※2現 宮崎県循環社会推進課 ※3現 宮崎県食品開発センター)

## はじめに

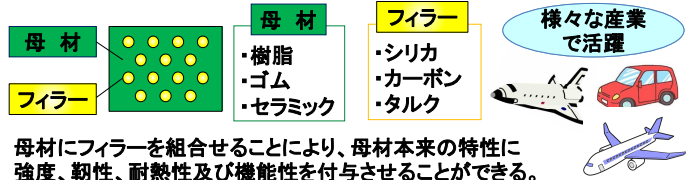
本県は、畜産産出額が全国3位(平成29年)と全国有数の畜産県である。畜産重量の約10%は、非可食部である骨が占めており、毎年1万トン以上が排出されている。骨の無機主成分であるヒドロキシアパタイト(以下、HAPとする。)は、生体適合性、特異的吸着特性及びイオン交換能等を有した優れた素材である。そこで、当センターではこれらの特性に注目し、新しい家畜骨の利用方法の創出を目的として、家畜骨由来のHAPをフィラーとした複合材料の開発に取り組んだ。



生体重量の約10%は「骨」  
 賦存量:1万トン/年



## 複合材料



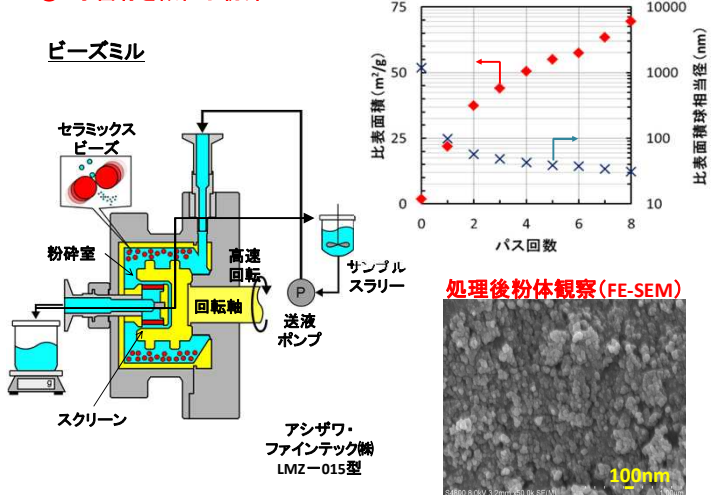
## 実験方法

家畜骨及び複合材料(母材:ポリ乳酸樹脂)を次のフローに従って検討を行った。

- ① 微粒子粉碎  
 フィラーは微粒子化するほど、界面積が増加し、複合材料としての機能性発現が期待できるため、家畜骨をナノオーダーまで粉碎する方法を検討した。
- ② 複合材料化  
 家畜骨微粒子を樹脂中にナノオーダーで均一に分散させる方法について検討した。
- ③ 特性評価  
 母材が樹脂の場合、微粒子が結晶化の核となり、結晶増加による耐熱性向上が期待できるため、試作した複合材料の耐熱性を評価した。
- ④ 応用化  
 ナノフィラーを活かした微小で精巧なデザインが3Dプリンターで作製できないか検討した。

## 結果と考察

### ① 家畜骨を微粒子粉碎



ビーズミルで粉碎処理することで、ナノオーダーまで微粒子化することができた。

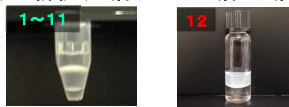
### ② 家畜骨微粒子を複合材料化

#### ②-1 分散剤

親水性の家畜骨を親油性の樹脂に安定的に分散させるため、分散剤による界面改質を検討した。

#### ○評価方法

分散剤を添加した家畜骨微粒子の有機溶媒での分配状況を評価(上層:ヘプタン層 下層:水層)。



#### ○ シランカップリング剤

No.	化合物名
1	3-Aminopropyltriethoxysilane
2	Octadecyltrichlorosilane
3	3-Methacryloxypropyltriethoxymethylsilane
4	Phenyltriethoxysilane
5	3-Glycidyloxypropyltriethoxysilane
6	Triethoxyvinylsilane
7	3-Mercaptopropyltrimethoxysilane
8	Phenyltrichlorosilane
9	Hexyltriethoxysilane
10	Octadecyltriethoxysilane
11	3,3,3-Trifluoropropyltriethoxysilane

#### ○ ホスホン酸誘導体

No.	化合物名
12	Octadecylphosphonic acid

家畜骨微粒子を樹脂内に均一分散するのに適切な分散剤を見つけるに至らなかった。

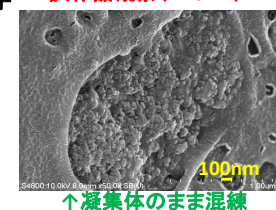
#### ②-2 混練機

※試料:ポリ乳酸樹脂+10%家畜骨微粒子

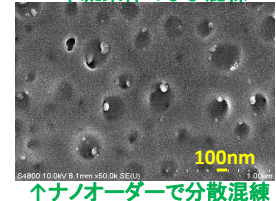


30~50rpm  
 190°C, 18min

#### 試作品観察 (FE-SEM)



1,000rpm  
 170°C, 20s

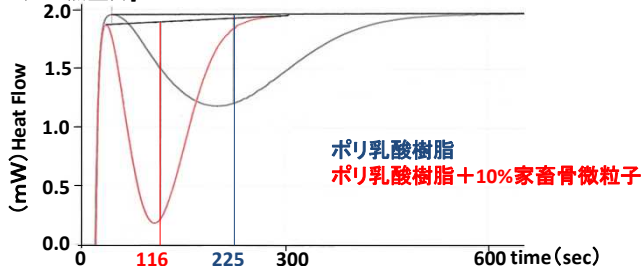


高剪断加工機により家畜骨微粒子をナノオーダーでポリ乳酸樹脂内に混練ができた。

### ③ 複合材料化による耐熱性向上の評価

樹脂の耐熱性に関わる因子である結晶化度を半結晶化時間から評価することで、耐熱性向上の可能性を検討した。

[示差走査熱量計]



半結晶化時間が短縮されていることから、結晶化度が増加していると考えられ、耐熱性の向上につながる事が示唆された。

### ④ 3Dプリンター素材としての応用

#### 前処理(フィラメント化)



3Dプリンタの素材としても応用でき、様々なデザインへの加工が可能であることがわかった。

## まとめ

- ・ビーズミルにより家畜骨をナノオーダーまで粉碎できた。
- ・高剪断加工機で家畜骨微粒子をナノオーダーのまま樹脂に混練できた。
- ・フィラーの添加によりポリ乳酸樹脂の耐熱性向上が示唆された。
- ・3Dプリンターへの応用につながる事がわかった。