

# 夢の脱炭素化材料 —細胞プラスチック—

## Dream materials for decarbonization —Cell Plastics—

有賀竣太<sup>1)</sup>

指導教員 山下俊<sup>2),3)</sup>, 研究協力者 入谷康平<sup>2),3)</sup>, 小林亜由美<sup>2),3)</sup>, 天沼竜馬<sup>3)</sup>

- 1) 東京工科大学大学院 工学研究科 サステイナブル工学専攻 高分子・光機能材料学研究室  
2) 東京工科大学 工学部 応用化学科  
3) 東京工科大学 先端リグニン材料研究センター

従来のバイオマスプラスチックに比べ、「細胞プラスチック」は緑藻細胞を直接原料とすることで著しく簡便に作製ができる。本研究ではクロレラを硬化剤として用いた熱硬化性細胞プラスチックを作製し、その化学的評価および力学特性評価をおこなった。

キーワード： バイオマスプラスチック, 緑藻細胞, クロレラ, 熱硬化性樹脂, 硬化剤

### 1. 研究背景

プラスチックは我々の生活を支える必要不可欠な高分子材料である。しかし、それらの多くは石油を原料として作製されており、二酸化炭素排出量の増加や石油の枯渇、マイクロプラスチックによる環境破壊などといった様々な問題がある。近年、石油資源に依存しないバイオマスプラスチックの研究が進められているが、実際にバイオマスからプラスチックを作製するには莫大なエネルギーを要するため、未だに広い普及に至っていない。このような問題の解決を目指し、当研究室では、光合成により大気中の二酸化炭素を利用し自己増殖する緑藻細胞を直接樹脂化して得られる新奇バイオマスプラスチック「細胞プラスチック」の研究開発を行っている。細胞プラスチックは廃棄時に発生する二酸化炭素を再び原料として利用することが可能である。さらに、従来のバイオマスプラスチックでは、作製時に原料からの抽出、精製、糖化といったように、多段階の工程が必要になるのに対して、著しく簡便に作製できるメリットがある。これまでに緑藻としてクロレラ(Fig.1)を用い、ポリマー

母材と複合化して、フレキシブルな自立フィルムを得ることに成功している。また、より高強度の樹脂を得ることを目的として、市販の芳香族系のエポキシ主剤を用いた熱硬化性クロレラ樹脂を作製し、温度や圧力の硬化条件と樹脂の力学特性の相関を明らかにしてきた(Fig.2)。本研究では、本研究では、エポキシ当量がエポキシ/クロレラ樹脂の力学特性に与える影響を明らかにすることを目的として、2種類のエポキシ主剤を用いた熱硬化クロレラ樹脂を作製し、IRによる主剤の反応性や3点曲げ試験による樹脂の力学特性を評価した。

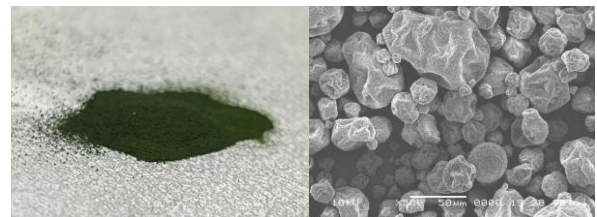


Fig.1 使用したクロレラの外観およびSEM像

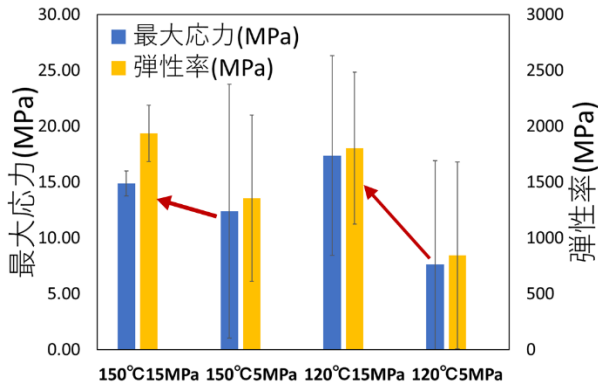


Fig.2 3点曲げ試験により得た弾性率と最大応力

## 2. 実験

### 〈熱硬化性クロレラ樹脂の調製と力学特性評価〉

主剤としてナガセケムテックス社製の XNR6830 (エポキシ当量: 170) と三菱ケミカル社製の 4007P XNR6830 とクロレラを混合し、その混合物を金属鋳型に入れて加熱圧縮することで樹脂化した。また、XNR6830 と 4007P とクロレラを 180°C のホットプレート上で混合し、その混合物を金属鋳型に入れて加熱圧縮することで樹脂化した。

樹脂の力学特性は3点曲げ試験によって評価した。Fig.3に横軸をクロレラに対する主剤のエポキシ基量、縦軸を最大応力および弾性率としてプロットした。平均的に 120°C (Fig.3 赤) よりも 150°C (Fig.3 青) で反応した方が高強度化した。また、120°C ではエポキシ基量の増加に伴い低下したのに対し、150°C では変化量はわずかであるが、エポキシ基量が 1~1.5 mmol/クロレラ g で極大となることが分かった。

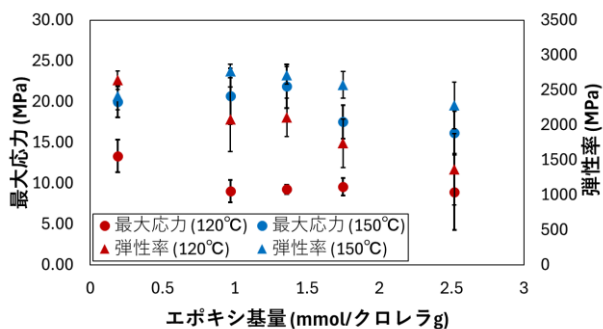


Fig.3 エポキシ基量に対する樹脂の力学強度

### 〈熱硬化性クロレラ樹脂の断面の SEM 観察〉

それぞれの樹脂の内部構造を SEM によって観察した (Fig. 4)。いずれの場合もクロレラの粒子は観察されなかったが、空隙が存在し、断面全体は不均一な構造であった。また、120°C で調製した樹脂に比べて 150 °C の方が、平均的に空隙が少なく、エポキシ基量が小さい樹脂の方が比較的高密度であった。

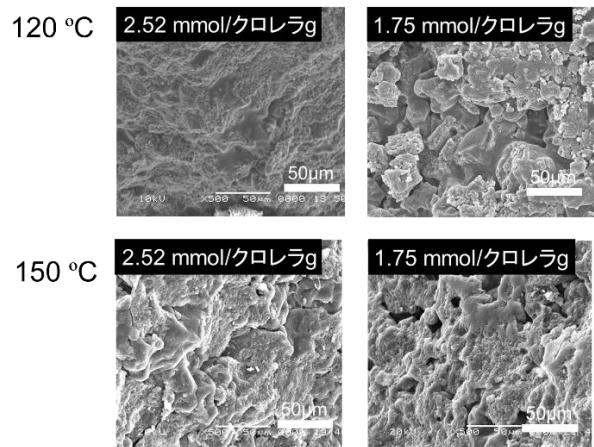


Fig.4 クロレラ樹脂の断面 SEM 像

### 〈クロレラ樹脂の IR スペクトル測定〉

樹脂の IR スペクトルを測定した (Fig.5)。加熱圧縮前の混合物 (Fig.5 黒線) と 120°C で調製した樹脂 (Fig.5 赤線) では 914  $\text{cm}^{-1}$  にエポキシ基の C-O 伸縮振動に相当するピークが観測された。一方、150°C で調製した樹脂 (Fig.5 青線) では観測されず、エポキシ基が開環したと考えられる。これは力学試験の結果とも一致し、エポキシ基の開環反応によって高強度化したと考えられる。

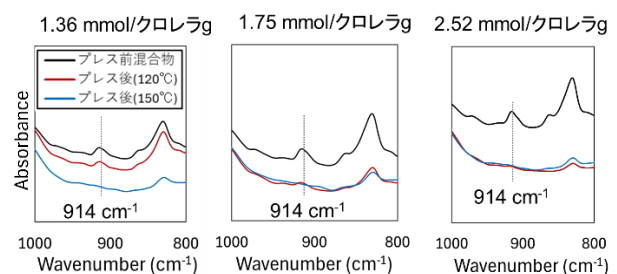


Fig.5 クロレラ樹脂の IR スペクトル