



## 高分子材料の劣化制御研究

今井友也、田鶴寿弥子、田所大輔、KAN Yuna  
京都大学生存圏研究所

キーワード： 木材劣化、木製文化財、PET、酵素分解

### 1. 背景と研究目的

世の中の有機材料の多くは高分子である。高分子の分類は様々なやり方があるが、天然高分子と合成高分子という二つに分けた場合、前者は生分解性に優れており、後者は生分解性に乏しいというのが典型的な性質である。生分解性に優れているという性質は好ましい性質として捉えられがちだが、簡単に劣化する性質でもあるので、劣化の抑制が重要である。合成高分子の場合は逆に、いつまでも分解せずに環境に負荷をかけるというネガティブなイメージはその通りで、その問題解決のためには、分解を促進させるための方策が必要となる。

本研究では高分子材料の劣化に関する問題解決のための基礎情報として、その分解過程における構造変化の追跡を行った。

### 2. 実験内容

本研究での分析試料は、①腐朽菌により分解を受けた木材（マツおよびトウヒ）、②PET 加水分解酵素（Fast-PETase<sup>1)</sup>）により分解を受けた薄膜の PET、③経年劣化した木製文化財試料の 3 点である。これらを白色 X 線による X 線 CT（Computer Tomography）に供した。

### 3. 結果および考察

#### ● 木材の腐朽菌による劣化

マツとトウヒの比較では、マツの方が劣化を受けやすいことが判明した。また腐朽菌は木材の半径方向に延びる組織である放射組織から菌糸により侵入し、腐朽を開始することを、既報<sup>2)</sup>の通り確認した。

#### ● PET の PETase による劣化

PETase 分解により、PET 薄膜表面が球状にえぐれた構造が散在しており、平滑性が失われていた。また別途行った SEM 観察の結果から、1  $\mu\text{m}$  以下の孔がたくさん開いていることが判明していたが、本 X 線 CT 測定では、分解能の問題でこれを可視化することはできなかった。フィルムの比較的内部に空隙が観察される場合があった、おそらくこれは、X 線 CT では可視化できない細孔を通して分解酵素が内部に侵入し、何らかの理由で表面よりも分解が先行した結果であると考えられる。詳細なメカニズムの正確な理解のために、PET の高分子構造を理解したうえで酵素タンパク質の挙動を考える必要がある。

#### ● 木質文化財の樹種同定

ある木製文化財に使われてた木材の 1 mm 程度の小片を X 線 CT に供した。数百年前の文化財であり、見た目に経年劣化が進んでいた木材であったが、本 X 線 CT により樹種識別に十分な質の解剖学的特徴を捉えることができた。

### 4. 参考文献

1) Lu, H. *et al.*, *Nature*, **604**, 662 (2022)

2) 高橋 旨象, *木材研究・資料*, **22**, 19 (1986)