

持続可能な材料設計に向けた確実な結合とやさしい分解
2021 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

江島 広貴

東京大学 大学院工学系研究科
准教授

微生物の鉄代謝から着想を得た分解性結合の立案と動作検証

研究成果の概要

本研究では、微生物の鉄代謝メカニズムから着想を得たフェノール性配位子と鉄イオンからなる分解開始スイッチの動作検証を目的としている。具体的には植物由来ポリフェノールと鉄イオンから構成される被膜および自立膜の調製法を確立し、その特性評価ならびに分解制御を目指す。第二年次にあたる 2022 年度は、ポリフェノール超分子膜の分解誘発剤の探索と擬ポリフェノール高分子の合成を行った。

種々の還元剤がポリフェノール超分子膜の分解速度に対して与える影響を調査した。アスコルビン酸ナトリウムとトリス(2-カルボキシエチル)ホスフィン塩酸塩は酸性環境下では分解を加速したものの、中性環境においてはほとんど分解を誘起しなかった。一方、グルタチオンは中性環境下においても分解を誘起した。分解過程におけるポリフェノール超分子膜の重量を水晶振動子マイクロバランス法によって追跡したところ、グルタチオンがポリフェノール超分子膜に付加することで一旦重量が増加し、その後ポリフェノール超分子膜が分解することで重量が減少に転じた。また、過酸化水素は幅広い pH において分解を誘発することを見出した。

タンニン酸はバイオベース化合物であるという長所をもつ一方、植物由来であるため不純物を含む。このことが化学構造と機能の相関を調べる上でしばしば障害となる。そこで、化学構造がより規定された擬ポリフェノール高分子を合成した^{1,2)}。第一年次に確立した開始剤からフェノール性モノマーの保護体を重合し、脱保護することで擬ポリフェノール高分子を得た³⁾。擬ポリフェノール高分子のカテコール/ガロール組成や分子量を制御し、ポリフェノール超分子膜の形成能を調べた。擬ポリフェノール高分子が、天然のポリフェノールであるタンニン酸と同様に超分子膜を形成することを確認した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Ultrastrong underwater adhesion on diverse substrates using non-canonical phenolic groups”, *Nature Commun.*, vol. 13, 1892, 2022
- 2) “A simple and feasible synthetic strategy towards poly(4-thiostyrene)”, *Macromol. Chem. Phys.*, vol. 223, 2200092, 2022
- 3) “Tannic acid-inspired star polymers for functional metal-phenolic networks with tunable pore sizes”, *Nanoscale*, vol. 14, 14466–14470, 2022