

植物体組織構造と導電性高分子の融合による バイオ/合成金属

SATテクノロジー・ショーケース2022

■ はじめに

導電性高分子は1970年代初頭、白川博士らにより合成されたポリアセチレンとそのドーピングによる研究が最初の報告例である。基礎的な観点から共役系の電子が自由電子的にふるまう結果プラズマ反射がみられ、これがアルミニウム、ステンレスのような金属反射色を示すことから「合成金属」とよばれる。しかし、共役二重結合からのみなる高分子主鎖は酸素や水に弱く、大気中で不安定であり、有機溶媒に溶けず熱融解もしないため加工性が極めて低いという欠点から、実用化されていない。しかし、このポリアセチレンの電気伝導システムや光反射の性質を基盤としたポリマー太陽電池、ポリマー発光素子、電気化学発光素子^[1]が開発されている。

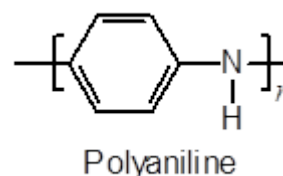
我々は大気中で安定に存在し、かつ水中で簡単に合成できるポリアニリン(PANI)の研究を進めてきた。しかしPANIもポリアセチレン同様、加工性に難がある。そこで、繊維や液晶などと複合体を作り、その加工を用いて繊維導電性高分子^[2]や導電性高分子複合シートを作成してきた。このシートは電子機器から放たれる電磁波を吸収したり、拭き取るだけで静電気を除去したり、繊維型のトランジスタを作成することができる。そして、導電性高分子の性能を最大限に引き出すにはその分子の配向技術にあることが分かってきた。そのため、磁場による配向や延伸により一軸配向した導電性高分子を作成した。しかし、これも実用的には加工の面から難しかった。

今回私が報告するのは、植物の維管束内に存在する道管に沿って導電性高分子を合成する方法である。PANIは水中で合成可能なため、植物の水を運搬する道管とも相性が良い。よって、道管の直線性とアニリンモノマーの重合性をあわせれば道管内に高度に配向したPANIが得られる。そこでPANIを水中でモヤシの中で合成し、モヤシ/PANIのバイオ複合体を合成した。

■ 活動内容

1. 実験

アニリンモノマーおよび硫酸を水中に溶解し、アニリン硫酸塩を作成した。これを0°Cに冷却し、モヤシを水中に分散させた。道管がアニリン硫酸塩水溶液を十分に取り入れた後、重合を行うための酸化剤であるペルオキソ二硫酸アンモニウムを添加した。このとき重要なのが冷却作用で、冷却しないと網目状に分子が広がったアニリンブラックとなり、導電性の機能を示さない。得られた複合体を大量の水とメタノールで洗浄し、乾燥させた後に本バイオ複合体を得た。



2. 結果

自然状態のモヤシ内部は道管が一方向に揃っていて、この中でPANIが反応の進行とともに成長していったと思われる。得られた複合体は電気伝導性があることを確認した。また、この複合体は加工が容易で自由な形状に変形でき、これを用いて繊維ダイオードを作成した。電気伝導を担うキャリアを電子スピン共鳴により評価した。分子構造は赤外線吸収スペクトルを用いて同定した。

3. 結論

簡便な方法でモヤシとポリアニリンのバイオ/導電性高分子コンポジットを合成することに成功した。天然資源の活用は食品工業に加え特に食品廃材の機能的利用にも繋がり、これらを含めグリーンケミストリーと有機デバイスの発展に貢献可能である。

代表発表者 市川 真衣 (いちかわ まい)
所 属 筑波大学 数理物質科学研究群
物性・分子工学

問合せ先 〒305-8573 筑波大学数理物質系後藤研究室
TEL:029-853-5474 FAX:029-853-4470
後藤博正

■キーワード: (1) 導電性高分子
(2) 植物
(3) グリーンケミストリー

■ 参考文献

- [1] 白井 彩乃, 両極性ポリカルバゾールの合成と電気化学発光への応用, 筑波大学物質・分子工学主専攻卒業論文(2021) 指導: 木島正志教授
[2] K. Komaba.; H. Goto. Preparation of bagworm silk/polyaniline composite. *J Appl Polym Sci*. DOI: 10.1002/app.51791