自律移動型バイオセンサに向けた導電性自立ゲル電極の電気特性評価

Evaluation of electrical properties of free-standing conductive hydrogel electrode for autonomous mobile biosensors

東大院工　°檜森 匠吾，坂田 利弥

Univ. of Tokyo, °Shogo Himori, Toshiya Sakata

E-mail: sakata@biofet.t.u-tokyo.ac.jp

1. 緒言

電気化学的手法に基づくバイオセンサは、分子サイズに依らず生体分子固有の電荷および電気的変化を捉えるため、生体液中の特に低分子の検出に有効である。電気化学バイオセンサにおける電極部分には、金やプラチナなどの金属やカーボンといった材料が一般的に用いられる。一方、新たなバイオセンサの発展を見据え、生体内やサンプル溶液中を自律的に移動させるためには、柔軟性を有し生体への負担軽減が可能な導電性ポリマーの電極応用が考えられる。しかしながら、導電性ポリマーは、一般に機械的強度が低く支持電極上に形成した場合においても自立性の膜が得られないため、実用化を見据えた電極応用に課題がある[1]。つまり、自立可能な導電性ポリマーゲルを考案することで、支持電極が不要な新たな自律移動型のバイオセンサへの応用が期待される。そこで本研究では、導電性自立ゲルに生体分子認識を付与した電極を作製し、その電気特性を評価することで自律移動型の電気化学的バイオセンサへの応用を目的とする。

2. 実験方法

導電性ポリマーには、アニリン（Ani）を酸化重合することで作製されるポリアニリン（PAni）を使用した。特に、アミノフェニルボロン酸（APBA）を共重合することで PBA をゲル内に導入した。PBA はジオール化合物と結合するため、生体低分子であるグルコースなどの検出に用いられる。さらに、ポリビニルアルコール（PVA）を PAni-PBA ゲルネットワークに付加することで、ゲルの機械的強度が増し自立性が向上する[1]。つまり、PVA 内のジオール基と PBA との結合により PAni-PBA ゲルが架橋される。以上のように、本研究では PAni-PBA-PVA 導電性自立ゲルを作製し、プラチナ線を介して電界効果トランジスタ（FET)のゲート電極に接続することで、グルコース濃度に対するゲート電位の変化を測定した。

3. 実験結果・考察

FET 電位測定の結果、グルコース濃度の増加に伴い、PAni-PBA-PVA 導電性自立ゲルにおける電位の上昇が見られた。これは、PBA とグルコースの結合定数が PVA に比べ大きいため、ゲル中の PVA と PBA の結合がグルコースに置き換わり架橋密度が減少し、同時に、PBA とグルコースとの結合により PBA に負電荷が誘導されるため、ゲル内部へ溶液が流入することで容積の増加、すなわちゲルのキャパシタンスが上昇することに起因する[2]。本研究では、PAni-PBA-PVA を用いた導電性自立ゲル電極が電気化学的手法に基づく生体低分子計測に有用であることが見出された。今後は自律移動に向け PAni-PBA-PVA 導電性自立ゲルを発展させる。

4. 参考文献

[1] W. Li et. al., *Angew. Chemie - Int. Ed.*, 55, 32, 9196–9201, (2016). [2] X. Zhang et.al., *Biomacromolecules*, 13, 1, 92–97, (2012).