

匂い物質応答性 MIP マイクロビーズによる可逆的匂いイメージング

上野 翔太* 吉岡 大貴** 佐々 文洋** 林 健司**
(九州大学 *システム生命科学府 **システム情報科学府)

1 はじめに

匂いセンサは衛生管理や食品生産などさまざまな用途に用いられている。しかし、既存の匂いセンサでは匂い物質の流れや匂いの痕跡の形状を検知することは難しい。本研究ではそれら匂いの空間分布を可視化するためのイメージセンサの開発を目的とし、特定の匂い物質に対して可逆的な蛍光応答を示す匂い可視化フィルムを作製した。このフィルムに匂い物質を曝露したとき、フィルムの蛍光強度分布が変化する。これを CCD カメラで観察・分析することにより匂い物質分布、およびその時間変化を取得することができる。

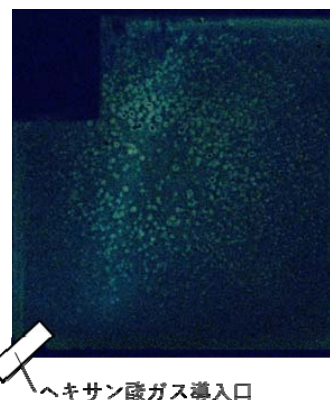


図 2. 匂い可視化フィルムにヘキサノ酸ガスを曝露した際の蛍光強度の差分画像。黒矢印はガスフローの方向を示す。

2 実験方法

匂い可視化フィルムは特定の匂い物質存在下で蛍光強度が変化する蛍光 MIP (Molecularly-Imprinted-Polymer) マイクロビーズをガラス基板上に薄膜として堆積させることによって作製される。蛍光 MIP マイクロビーズは、沈殿重合法により MIP マイクロビーズ[1]を作製する際に蛍光色素およびテンプレート分子を混合することで合成した。検出ターゲットの匂い物質には、ヒト体臭の匂い物質として知られるヘキサノ酸を選択し、MIP 作製時におけるテンプレート分子として用いた。また、蛍光色素にはヘキサノ酸を含む脂肪酸に反応して蛍光変化するローダミン B を用いた。MIP 蛍光マイクロビーズの模式図を図 1 に示す。この蛍光 MIP ビーズをエタノールに懸濁したのちガラス基板上に滴下、スピンコート法により分散させることで薄膜状に堆積させ匂い可視化フィルムを作製した。

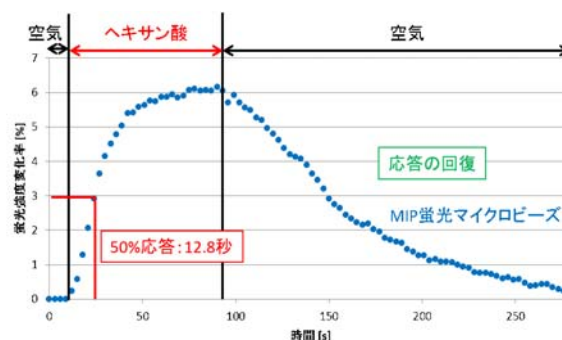


図 3. ヘキサノ酸曝露時の匂い可視化フィルムの蛍光強度変化率の時間応答

3 結果とまとめ

作製した蛍光 MIP マイクロビーズの平均流刑は $1.8 \mu\text{m}$ であった。このビーズの蛍光分析を行ったところ、ローダミン B の蛍光波長付近である $570 - 630 \text{ nm}$ の波長域で蛍光が観察された。また、ヘキサノ酸ガスに蛍光マイクロビーズを二時間曝露させた後、ガスクロマトグラフィ質量分析計 (GC-MS) と固相マイクロ抽出法 (SPME) を用いて、蛍光マイクロビーズへのガス吸着量を測定した。ヘキサノ酸吸着量が NIP (Non-Imprinted-Polymer, ターゲット分子を混合せ

ずに作製した MIP) に比べて増加しており、テンプレート分子に対する特異的分子吸着が確認された。冷却 CCD カメラを用いて匂い可視化フィルムの匂い物質 (ヘキサノ酸) への応答の観察を行った。ヘキサノ酸を曝露する前後での蛍光強度変化の差分画像を作成したところヘキサノ酸の空間分布およびその経時変化である匂いの流れを可視化することができた (図 2)。ヘキサノ酸曝露に対する画像上の代表点における蛍光強度変化率の時間応答を図 3 に示す。蛍光強度変化率はヘキサノ酸ガス曝露とともに上昇し、曝露を停止したのち元の水準にまで回復、応答の可逆的变化を確認できた。このとき最大変化率の 50% 応答までに要した時間は 12.8 秒であった。

今後、蛍光波長が異なり、別々の匂いに反応する複数の蛍光色素と複数の匂いテンプレートを組み合わせることで、様々な匂い物質の空間分布およびその時間変化を同時に観察可能な匂い可視化フィルムの開発を目指す。

参考文献

- [1] Henrik Kempe, Maria Kempe, "Development and Evaluation of Spherical Molecularly Imprinted Polymer Beads", Anal. Chem., 2006, 78 (11), pp 3659-3666(2006)

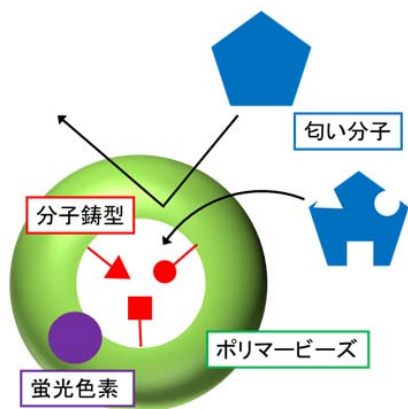


図 1. MIP 蛍光マイクロビーズの模式図