

電荷非対称フローFFFによる ナノプラスチックの表面電荷と分離

一般情報

ID0061

アプリケーション： ナノプラスチック、ナノ粒子、ポリマー

テクノロジー： EAF4-MALS

機器構成： EAF2000、PN3621 MALS

キーワード： 電荷非対称フローFFF、ナノプラスチック、ナノ粒子、
ポリマー、ポリスチレン

はじめに

昨今、プラスチックのマイクロ粒子とナノ粒子が人間の健康や、海洋汚染へ影響[1]することが注目を集めています[2]。通常、環境中のプラスチック材料の風化と分解によって生まれるナノプラスチックは、動的光散乱やサイズ排除クロマトグラフィーなどの一般的に使用される手法で分離および特性評価することは困難です。このアプリケーションノートでは、ポリスチレンナノプラスチックの分離に関するデータを示し、電気非対称フローFFF(EAF4)を使用してサイズ分離と粒子表面電荷を同時に測定する方法を示します。EAF4チャンネルの流路図とその分離原理を図に示します

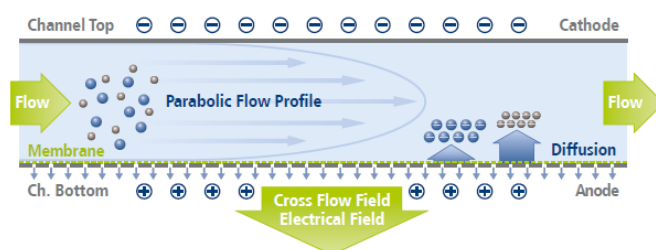


図1：電荷非対称フローFFFの概略図

実験詳細と結果

2つのポリスチレンラテックス粒子(直径61 nmおよび125 nm)の混合物を使用しました。この混合物は電気泳動移動度を4つの電場条件にて測定し、両方の粒子の表面ゼータ電位を算出しました。さらに、多角度光散乱(MALS)が粒子サイズの検出に使用されました。図2は2つのEAF4-MALSフラクトグラムを示しています。最初のフラクトグラム(青いグラフ)では、電場(0 mA)を適用せずにクロスフローフィールドのみで分離を行い、2番目のフラクトグラム(黒いグラフ)では、電場(1.45 mA)を適用しました。両方の粒子の表面電荷により、電場が保持時間に変化を引き起こしたことがわかります。同時に、粒子の測定サイズ(回転半径 R_g 、青と黒の点線)は影響を受けなかった為、電界は粒子混合物の安定性に影響がないことがわかります(表1)。

Polystyrene latex nanoplastics mixture	Nominal diameter, TEM (nm)	Radius of gyration, MALS (nm)	
		at 0 mA	at 1.45 mA
	61 ± 4	24.0 ± 0.1	24.2 ± 0.3
	125 ± 3	46.4 ± 0.1	46.6 ± 0.1

表1：電場を加えた場合と加えない場合のポリスチレンラテックス粒子の回転半径(0 mAおよび1.45 mA)

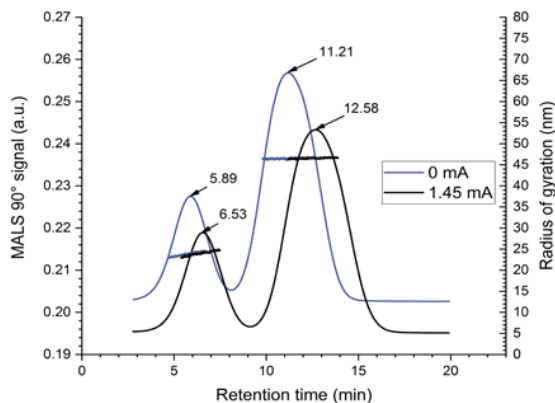


図2.電場を加えた場合と加えない場合の、ナノプラスチック粒子混合物の EAF4-MALS フラクトグラム(青と黒のグラフ)。青と黒の点線は、MALS から取得した回転半径を示しており、電場が粒子サイズに影響を与えていないことを示しています。

サンプルの電気泳動移動度とゼータ電位に関するデータを取得するには同様のクロスフロー条件で電場が異なるEAF4測定を繰り返す必要があります。図3は4つの異なる電場強度の下で得られたナノプラスチック混合物のEAF4-MALSフラクトグラムを示しています。保持時間の変化を測定し、それを加えた電場と関連付けることにより、粒子の電気泳動移動度とゼータ電位を計算できます。

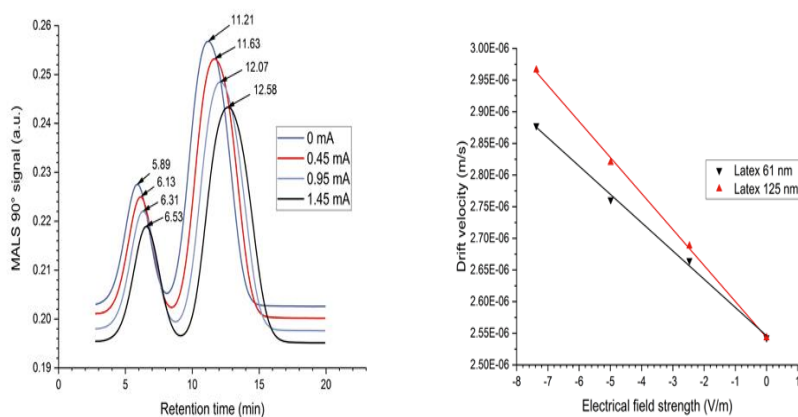


図3：4つの異なる電場強度で得られたナノプラスチック粒子混合物の EAF4-MALSフラクトグラム（左）。ドリフト速度と電場強度のプロット（右）

EAF4の結果をバルクゼータ電位測定から得られたデータと比較すると、特にサンプルの構成成分が異なる表面電荷を示す場合に、多分散サンプルに対するEAF4の利点が明らかに強調されます（表2）。

Polystyrene latex nanoplastics mixture	Nominal diameter, TEM (nm)	Electrophoretic mobility, EAF4 ($10^{-8} \text{ m}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$)	Zeta potential, EAF4 (mV)	Zeta potential, bulk measurement (mV)
	61 ± 4	-4.31 ± 0.06	-55.2 ± 0.8	-62.1 ± 1.0
	125 ± 3	-5.11 ± 0.23	-65.5 ± 3.0	

表2：ナノプラスチック粒子の電気泳動移動度とゼータ電位の概要

ゼータ電位はSmoluchowski近似式を使用して算出し、バルクゼータ電位測定から得られたデータと比較

まとめ

EAF4システムはサイズと表面電荷の両方の分離を可能にし、1つの機器でサイズまたは分子量分布と電気泳動移動度/ゼータ電位の測定を可能にします。ナノプラスチック分析の用途が増えるにつれ、多分散分布の測定が可能な、高分解能分離技術が必要になります。ポリマー材料が異なると電気泳動移動度も異なるため、複雑なサンプルのサイズと電荷の情報を得られるEAF4などの特性評価ツールが必要になります。

参考文献

- [1] L.M. Rios Mendoza, H. Karapanagioti, N.R. Alvarez, *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2018, 1, 47-51.
- [2] M. Hesler, L. Aengenheister, B. Ellinger, R. Drexel, S. Straskraba, C. Jost, S. Wagner, F. Meier, H. von Briesen, C. Büchel, P. Wick, T. Buerki-Turnherr, Y. Kohl, *Toxicology in vitro*, 2019, in press.