

界面における有機分子の放射線誘起反応の研究

Study on radiation-induced reactions of organic molecules at interfaces

熊谷 友多¹⁾ 木村 敦²⁾ 田口 光正²⁾ 渡邊 雅之¹⁾

Yuta KUMAGAI Atsushi KIMURA Mitsumasa TAGUCHI Masayuki WATANABE

¹⁾日本原子力研究開発機構 ²⁾量子科学技術研究開発機構

(概要)

放射線を利用した水中の有機物の処理を吸着剤併用によって効率化することを目指して、水溶性有機物の放射線分解に対するゼオライトによる吸着の効果を調べた。モデル物質として2-chlorophenol(2-CIPh)を用いて、各種ゼオライト共存下での放射線分解反応を研究した。その結果、Si/Al比率の高い疎水性ゼオライトの併用が分解効率の向上に効果的であることが分かった。疎水性のゼオライトは水溶液中の有機物の吸着に優れた性能を示し、有機物をその細孔構造の中に濃縮できる。これを利用して、有機物をゼオライトの細孔内に濃縮してからガンマ線を照射することで、有機物の分解が高効率で進むことが明らかになった。

キーワード：ゼオライト, 有機塩素化合物, 放射線分解, 吸着

1. 目的

本研究では、放射線による水中有機化合物の分解を効率化すべく、ゼオライト吸着剤の併用効果を調べる。放射線処理に疎水性のゼオライトによる吸着を併用することで、ゼオライト細孔内で誘起される表面反応を利用し¹⁾、細孔内に吸着した有機物を高い効率で分解できると考えられる。本研究ではこの可能性を実験により明らかにすることを目的とする。

2. 実施方法

本研究では、2-CIPh を用いてゼオライトによる吸着が分解効率に与える効果を調べた。ゼオライトはケイ素含有率と構造の異なるものとして、ナトリウム (Na) 置換 Y 型 (NaY、FAU 構造、Si/Al = 2.68 ± 0.05)、Na 置換モルデナイト型 (NaMOR、MOR 構造、Si/Al = 9.0 ± 0.3)、および水素 (H) 置換モルデナイト型 (HMOR、MOR 構造、Si/Al = 127 ± 3) を用いた。2-CIPh 水溶液とゼオライトとの混合物に ⁶⁰Co ガンマ線を照射し、生成物分析を行い、2-CIPh の分解効率を評価した。分解効率の評価には塩化物イオン (Cl⁻) の生成量を用いた。これは、Cl⁻は無機陰イオンであるため、ゼオライトへの吸着を無視して、溶液分析から生成量の定量評価ができるためである²⁾。

3. 結果及び考察、今後の展開等

吸着で反応効率の向上を狙うためには、優れた吸着性能を持つゼオライトを選定することが重要であると考えられる。そこで、3 種のゼオライトに対する 2-CIPh の吸着挙動を調べた。その結果、HMOR の吸着性能が最も高く、Si/Al 比と対応して吸着性能が高まることが確認された。

吸着分子の分解反応はゼオライトの細孔内で進行するのだから、吸着濃度が高いほど分解効率が向上すると考えられる。この吸着濃度と分解効率の関係を明らかにするため、2-CIPh の分解反応の効率を Cl⁻生成量から評価し、NaY、NaMOR および HMOR の間で比較した。表 1 に示すように、同等濃度の水溶液と比較した場合、NaY および NaMOR では吸着による分解効率の向上は見られず、細孔内での吸着分子の分解は水中での溶存分子の分解と同等の効率であった。一方で、HMOR を用いた場合には、分解効率は倍増した。この結果から、吸着によって有機物の分解を効率化するためには、優れた吸着性能を持つゼオライトを適用して、有機物を細孔内に濃縮する必要があることが明らかになった。

4. 引用(参照)文献等

1. Y. Kumagai, Radiat. Phys. Chem., 97 (2014) 223-232.
2. Y. Yamamoto, S. Tagawa, Environ. Sci. Technol., 35 (2001) 2122-2127.

表 1. ゼオライト混合物 (固液比 2/3 g・cm⁻³) および水溶液での Cl⁻生成効率の比較

ゼオライト	2-CIPh 溶存濃度 / mol・dm ⁻³	Cl ⁻ 生成効率 / mol・J ⁻¹	
		混合物	水溶液
NaY	6 × 10 ⁻⁴	1.2 × 10 ⁻⁷	1.1 × 10 ⁻⁷
NaMOR	4 × 10 ⁻⁴	7.7 × 10 ⁻⁸	8.2 × 10 ⁻⁸
HMOR	2 × 10 ⁻⁴	1.2 × 10 ⁻⁷	6.1 × 10 ⁻⁸