

# フロン代替洗剤の開発

フロン類は冷媒、発泡剤、洗剤として広く利用されてきたが、オゾン層破壊や地球温暖化の原因になることが指摘されており、環境に対してより影響の小さい新しいフロン代替物の開発が求められている。そこで我々は、新しい代替物としてHFE(ハイドロフルオロエーテル)の開発を行った。HFEは塩素原子を含まないためオゾン層を破壊せず、さらに本研究を通してHFEには温暖化影響の小さい化合物が数多く存在することを見出してきた。ここでは、代替洗剤開発における高効率HFE合成法の開発、代替洗剤候補化合物の選定について述べる。

HFEの合成法は数多く知られているが、工業生産適応可能なプロセスとしてアルコールとフッ化オレフィンの付加反応に着目し反応の効率化を図った。従来、この付加反応は無溶媒または有機溶媒中で行われてきたが、副生物の生成によりHFEの収率が低下することが課題であった。そこで、クリーンかつ安価な水を溶媒として反応を行ったところ、副生物の生成を抑制し、高い選択率でHFEを合成できることを見出した。このプロセスにより有機溶媒を使用することなく、目的とするHFEをほぼ定量的に合成することができ、さらに反応のスケールアップ、反応後の処理も容易に行うことが可能であ

ることから、有用なグリーンプロセスとして期待される(図)。

代替洗剤開発においては、環境影響が小さいだけでなく製品としての実用化を視野に入れ、40℃以上の沸点を持つHFE88化合物について合成検討、洗剤特性、毒性、燃焼性、安定性、温暖化影響の評価を行った。比較的合成容易なHFE12化合物について評価を行った結果を表に示した。毒性と安定性については、数化合物に問題があることが明らかになった。温暖化影響の指標となる大気寿命は評価を行った化合物すべてが数年程度であり、温暖化影響が小さいことが分かった。この結果、環境に優しく実用性に優れた代替洗剤としてHFE6化合物を選定した。選定したHFEを用いた実機試験評価では、水切り乾燥、炭化水素系洗剤のすすぎ乾燥といった洗剤プロセスで高い性能を示すことを見出し、洗剤としての有用性も明らかにした。

本研究で開発したHFEの中の1化合物(HFE-347pc-f)は既に製品化されているが、安価に製造することができ、環境への負荷が小さく安全に使用することができることから、洗剤分野だけではなく、フッ素系ポリマーの溶剤、重合溶媒等としても応用されることが期待される。

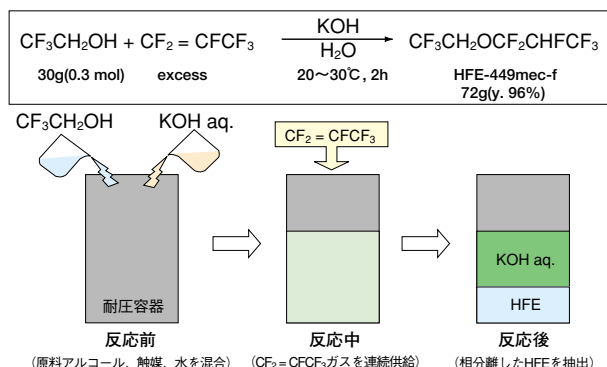


図 水を溶媒とした付加反応プロセス

#	構造式 / RITE name	沸点 (°C)	洗浄性	不燃性	安定性	毒性	大気寿命 (T <sub>OH</sub> )	評価
1	CF <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OCHF <sub>2</sub> / HFE-347mcf	45.9	○	○	○	○	5.7	○
2	CF <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub> OCH <sub>2</sub> / HFE-356mec	54.3	○	○	○	○	2.1	○
3	CHF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> OCH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub> / HFE-347pc-f	56.2	○	○	○	○	6.0	○
4	CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OCF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> F / HFE-356mf-c	65.0	○	○	○	○	-	-
5	(CF <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCF <sub>2</sub> OCH <sub>3</sub> / HFE-458mmzc	69.9	○	○	×	×	-	×
6	CF <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OCH <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub> / HFE-449mcf-c	70.3	○	○	○	△	-	×
7	CF <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub> OCH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub> / HFE-449mec-f	72.7	○	○	○	○	7.0	○
8	CHF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OCHF <sub>2</sub> / HFE-356pcf	75.5	○	○	×	×	4.0	×
9	CF <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub> OCH <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub> / HFE-54-11mec-f	87.5	○	○	○	○	6.7	○
10	CF <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OCHF <sub>2</sub> / HFE-458mecf	88.4	○	○	○	○	-	-
11	CHF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OCF <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub> / HFE-458pcf-c	93.2	○	○	○	×	-	×
12	CF <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub> OCH <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub> / HFE-55-10mec-fc	105.9	○	○	○	○	4.8	○

表 代替洗剤候補化合物の選定  
代替候補の6化合物は水色で示す



みずかどじゅんじ  
水門潤治  
mizukado-junji@aist.go.jp  
環境化学技術研究部門

### 関連情報

- J. Murata (Mizukado), M. Tamura, A. Sekiya: Green Chem., Vol. 4, 60-63 (2002).
- 特願 2000-402345 「含フッ素エーテル化合物の製造方法」(村田(水門)潤治、田村正則、関屋章)。