

[自主研究]

低沸点HFCsの分析法開発と大気観測への応用

市川有二郎 佐坂公規 松本利恵 長谷川就一 村田浩太郎

1 背景と目的

HFCs(ハイドロフルオロカーボン、代替フロン)は、オゾン層破壊物質(ODS)であるCFCs(クロロフルオロカーボン)およびHCFCs(ハイドロクロロフルオロカーボン)の段階的廃止後に、冷凍、電子部品の洗浄、潤滑油のキャリア化合物などの用途に適した産業用代替物として開発・普及した。HFCsはODSではないものの、地球温暖化係数(GWP)がCO₂の数10~1万倍以上の温室効果ガス(GHG)であることから、モントリオール議定書第28回締約国際会議(ギガリ改正)でHFCsも規制対象とされ、先進国はHFCs排出量を2036年までに2019年度比85%減で合意した。ギガリ改正による規制が正常に機能すれば、今世紀末までに約0.5℃の温暖化が回避されると試算されている。

日本では2019年から規制が開始されたものの、既に多くのHFCs充填機器が市場に流通しており、今後、それら機器の廃棄が行われていく。機器廃棄時のフロン回収率は10年以上3割程度で推移(直近でも4割弱)している。未回収分の多くは環境中へ排出・漏洩し、地球温暖化の進行に大きく関与していると懸念されることから、HFCs排出・漏洩状況を監視するためにも大気中HFCsの観測を強化する必要がある。しかしながら、HFCsの多くは低沸点化合物で測定困難であることから、国内外の既往研究ではカスタマイズされた特殊装置を持つ研究機関のみで測定が行われている^{1), 2)}。

以上の研究背景に基づき、本研究では大気中HFCsの実態把握と排出・漏洩を見据えた監視体制を準備するため、低沸点HFCs多成分同時分析法の開発を目的とする。

2 方法

2.1 測定パラメータの最適化

令和4年度に更新された「揮発性有機化合物分析システム」は、低沸点化合物に対する前処理能力が旧機種と比べて強化されている。本装置の冷却部に内蔵されている3つの冷却モジュール(M1、M2、M3)の温度、「M1からM2」と「M2からM3」のサンプル移送量・移送速度、M3からGCMSへのサンプル導入時間、オーブクライオを用いたGCオープン時の昇温条件、各成分の定量・定性用質量数の選定等の各種パラメータについて最適化を図った。

2.2 分析対象

国連気候変動枠組条約(UNFCCC)のHFCs成分別排出量インベントリデータ³⁾から排出量が多く、モニタリングの必要性の高いHFC-134a、32、152a、125、143a、23の6成分を対象とした。

3 結果

測定パラメータの最適化を行った結果、6成分の分離分析が可能となった(図1)。さらに、図2のとおり各成分の標準ガスから作成した検量線の決定係数(R²)は0.99以上であり、良好な分析方法が開発された(検出下限値は全成分で2.5ppt以下)。2024年1月~3月の期間における県内複数地点で採取した実大気試料を試験的に本分析法で測定したところ、良好にHFCs成分を定量することができた。

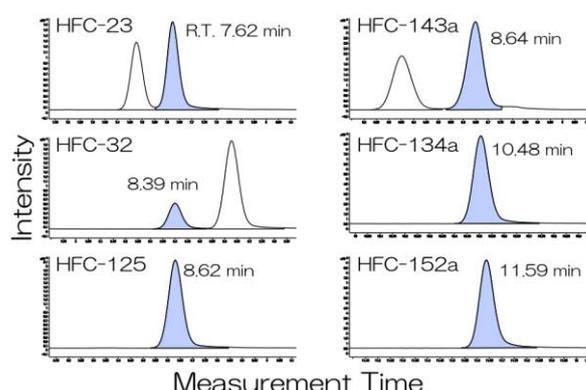


図1 多成分HFCs分析法により得られたクロマトグラム

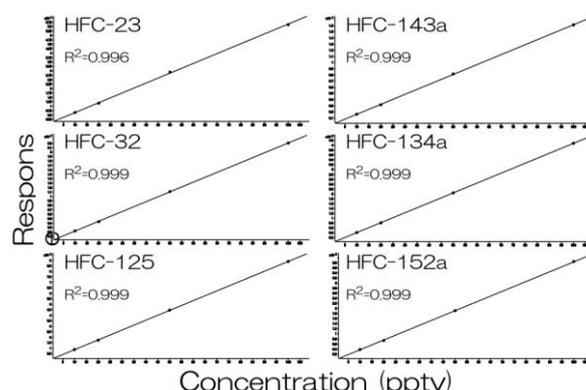


図2 多成分HFCs分析法により得られた検量線 (濃度範囲10~100pptv)

4 成果の発展性

本研究成果は、時・空間的に観測事例の少ない大気中HFCsの観測を強化することによって、排出・漏洩状況の実態が把握でき、今後の温室効果ガス対策やフロン排出抑制対策に資することができる。

文献

- 1) 榎本ら(2005), 大気環境学会誌, 40(1), 1-8.
- 2) Miller et al. (2012).
- 3) UNFCCC National Inventory Submissions (2022).