

業務用冷凍冷蔵機器からの断熱材フロン回収

応用研究部 上野広行

1 はじめに

フロン類（近年ではフルオロカーボンという）は空調機器や冷凍冷蔵機器等の冷媒として広く使用されていただけでなく、冷凍冷蔵機器や建材用の断熱材の発泡剤としても使用されてきた(図1)。フロン類は大気中へ放出されるとオゾン層の破壊及び地球温暖化の原因となるため、大気中への排出を抑制することが重要である。

冷媒フロン類については、家電リサイクル法及びフロン回収破壊法により家庭用エアコン、家庭用冷蔵庫、業務用冷凍冷蔵機器及び空調機器、カーエアコンの廃棄時に回収が義務付けられている。断熱材フロンについては、家庭用冷蔵庫のみについて、平成16年4月から家電リサイクル法に基づき回収等が義務化され、平成16年度には冷媒フロン311トンのほぼ2倍となる625トンが回収されている。

しかし、業務用冷凍冷蔵機器や建材用の断熱材のフロンについては回収は義務化されておらず、廃棄時に断熱材フロンのほとんどが大気へ放出されているのが現状である。

そこで、本研究では、回収・破壊システムの確立に向けた検討のための基礎資料を得ることを目的に、使用済みの業務用冷蔵庫やショーケース等の機器に使用されている断熱材中のフロン類について、フロンの種類、廃棄時の含有率、残存率等を調査した。また、家庭用冷蔵庫の断熱材フロンを回収している既存の家電リサイクルプラントにおいて、形状が様々な業務用冷凍冷蔵機器の処理が可能であるかどうか確かめるため実験を行い、断熱材フロンの処理状況、処理に要する時間、費用等について検討した。

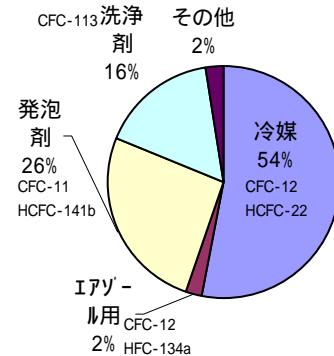


図1 フロン出荷額の用途別割合(1995)及び主なフロン(環境省資料より作成)

2 断熱材に含まれるフロンの種類

フロン類には、化合物の構造によりCFC、HCFC、HFC(用語説明参照)に大きく分けられる。CFCは塩素を含みオゾン層を破壊する能力が高い。HCFCは塩素を含むが水素があるためオゾン層を破壊する可能性が低い。HFCは塩素を含まないため、オゾン層を破壊しない。図2に出荷量の推移を示したが、CFCは既に全廃され、HCFCもいずれは全廃されることになっている。HFCについても地球温暖化には寄与するため、今後、断熱

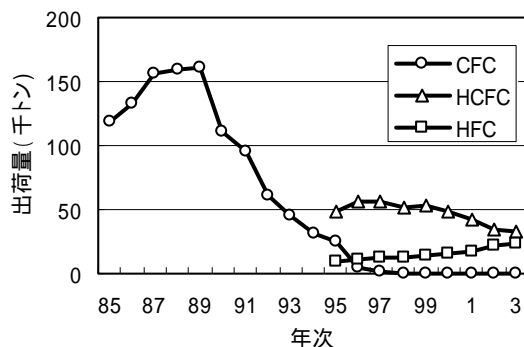


図2 日本におけるフロン出荷量の推移(環境省、フルオロカーボン協会資料より作成)

材についてはノンフロン化が進んでいくものと考えられる。

断熱剤の発泡剤として使用されてきた主なフロンは、CFC としては CFC-11、CFC-12、HCFC としては HCFC-141b、HCFC-22 等がある。現在は HFC が使用され始めている。

3 業務用冷凍冷蔵機器中の断熱材に含まれるフロン測定結果

使用済み機器を切断して断熱材を切り出し、フロン含有率を測定した結果を図3に示した。試験に供した機器は14台であるが、3台の機器にはフロンは検出されなかった。発泡剤として単一のフロンを使用していたのは、フロンが検出された11台中8台であり、他の3台は複数のフロンが使用されていた。

断熱材中のフロンは、機器を使用中に徐々に大気中に放散される可能性もあることから、廃棄時の残存率を把握することが重要である。メーカー情報によると、CFC-11 を使用していた機器 No.12 の製造時のフロン含有量は13%程度であり、廃棄時の残存率は70~80%と考えられた。他の機器については製造時の含有率が不明であったが、図3から概ね同等の残存率であると推察される。

HCFC-22 を使用していた機器 No1、2、14 の製造時のフロン含有率は11%程度であり、残存率は25%程度と小さくなった。すなわち、HCFC-22 は、CFC-11 に比べ大気への放散が進みやすいと考えられた。

HCFC141b についてはメーカー情報が得られなかったが、含有率は8%程度であり、製造時のフロン含有率を11%程度と仮定すると廃棄時の残存率は70%程度であると推察された。

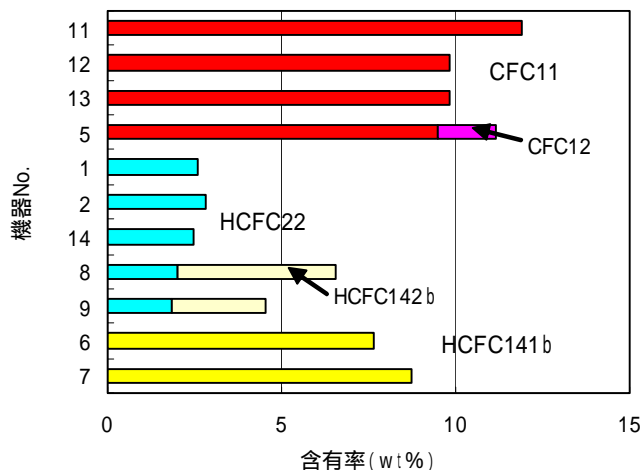


図3 断熱材中のフロン含有率測定結果

4 家電リサイクルプラントにおける断熱材フロン処理の状況

実験を行った家電リサイクルプラントは、使用済みの家庭用冷蔵庫等を収集し、破碎や各種選別機により資源回収を行っている。家庭用冷蔵庫の断熱材のフロンについては、冷蔵庫を破碎し、ウレタンを微粉碎してフロンを脱気させ、活性炭で回収するシステムを備え

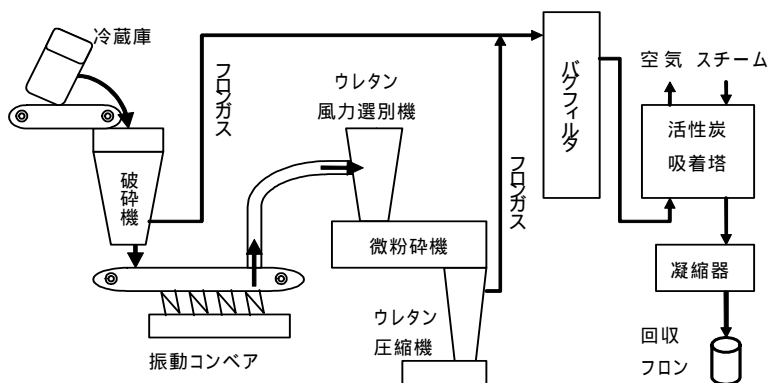


図4 家電リサイクルプラントの概要

ている（図4参照）。

本実験では、14台の機器について、ガラス、パッキン等の取り外し等の前処理を行った後、プラントにおいて処理した。業務用機器の場合、家庭用冷蔵庫と異なり形状が多種多様であるため、前処理に時間がかかったものの、図5に示したように破碎時のフロンの放出が確認され、技術的には大きな問題はないと考えられた。

実際の回収処理を考えた場合、処理に係る時間はコストに影響する大きな要因である。本実験において業務用機器を家電リサイクルプラントにおいて処理した場合の費用を、人件費、設備運転費（ほとんどが破碎のための電力料金）、廃棄物処理費に分けて推定した。

人件費は前処理にかかる作業時間と作業員単価から求め、電力料金は通常の運転に係る費用と機器の重量等から求めた。廃棄物処理費は、回収したフロン量や廃棄物等の量から計算した。

その結果、処理費用は、一台あたり平均で人件費が2,210円、電力料金が200円、廃棄物処理費が900円、合計3,310円と推計された。断熱材中の残存率が高く、オゾン破壊能の高いCFC-11を使用している比較的古い機器を対象に早急に対応をすることが、費用対効果の点から望ましいといえる。

5 おわりに

業務用冷凍冷蔵機器については、廃棄時の回収が義務化されている冷媒フロンでさえ回収率が3割程度といわれている。断熱材フロンの回収のためには、廃棄時の回収ルート等の仕組みの検討が必要である。

また、建材用の断熱材中のフロンの量は冷凍冷蔵機器よりも多いため、当所においても現在検討を行っている。

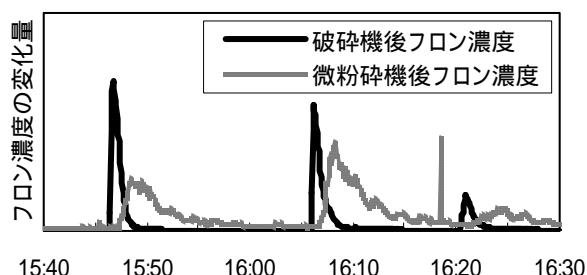


図5 破碎時におけるダクト内のガス中フロン濃度の変化測定例

用語説明

フルオロカーボン：メタン、エタン等のハイドロカーボンの水素の一部または全部をフッ素で置き換えた化合物。

CFC：クロロフルオロカーボン。塩素を含み、オゾン破壊係数が大きい。

HCFC：ハイドロクロロフルオロカーボン。塩素を含むが、水素を含むためオゾン破壊係数はCFCより小さい。

HFC：ハイドロフルオロカーボン。塩素を含まないため、オゾン破壊しない。