

A-6 フロン等の対策技術の評価に関する研究

(1) フロン等対策技術のフィージビリティに関する研究

研究代表者

国立環境研究所

中杉 修身

(委託先)

横浜国立大学工学部

浦野 紘平

平成3～5年度合計予算額 24,244千円

(平成5年度予算額 8,166千円)

[要旨]

フロン等対策技術のフィージビリティを明らかにするため、排ガス中フロンの除去・回収技術、冷媒用フロンの回収技術およびフロンの分解技術について、アンケート、ヒヤリング、文献調査および実験によって詳細に評価した。その結果、以下のことが明らかになった。

- (1) 設計条件を工夫した排ガス除去・回収装置を用いれば、特定フロンだけでなく、代替フロンおよび他の各種溶剤の排ガスを効率よく除去・回収でき、経済的メリットがある。
- (2) 廃冷媒の回収には、①高性能、低価格な小型冷媒回収装置の開発、②効率的に冷媒回収を行う社会システムおよび③廃冷媒回収の義務づけが必要である。
- (3) 優れた設計の焼却処理施設において適切な運転管理を行えば、フロンは安全かつ確実に分解できる。

[キーワード] フロン、排ガス、冷媒、回収、分解

1. 序

フロンは不燃性である、脂溶性が高い、沸点が常温付近にあるなどの優れた特性から洗浄剤、冷媒、発泡剤、エアロゾル噴射剤等として様々な用途に使用されてきた。その後、フロンはオゾン層破壊や地球温暖化の原因物質であることがわかり、国際的規制によって使用量抑制対策が進み、対流圏大気中のフロンの濃度は増加が止まっている。しかし、フロンがオゾン層に達するには時間がかかるため、毎年オゾンホールが拡大しており、依然として深刻な事態となっている。このため、モントリオール議定書締約国会議において各国は、特定フロン等については1996年から、オゾン層破壊係数の小さい代替フロンについても2031年から製造禁止とすることが決まった。オゾン層保護のためには、製造禁止までの使用量を抑制することはもとより、すでに社会に蓄積されている特定フロン等または代替フロンを大気中に放出しないように回収し、精製・再利用するか分解処理することが重要である。とくに、冷媒や硬質ウレタンフォーム発泡剤として使われている特定フロン等および代替フロンは製造禁止にかかわらず、今後、数年から数十年の間、大気中に放出され続ける。このため、これらの用途に使われている特定フロンおよび代替フロンは、不要となった時点で回収、破壊をすることが重要である。

2. 研究目的

フロン等対策技術には、フロン等の使用現場でこれらを大気中に放出しないようにする技術および不要となったフロン等を分解する技術がある。本研究では、これらの技術について、アンケート、ヒヤリング、文献調査および実験によって詳細に調査し、これら技術のフィージビリティを明らかにすることを目的とした。

3. 研究方法

3-1. 排ガス中フロンの除去・回収技術

洗浄剤や軟質ウレタンフォーム発泡剤としてフロン等を使用している現場で発生するこれらの排ガスの除去・回収装置メーカーにカタログと技術資料等の送付を依頼し、さらに回答のあった主要回収装置メーカーに設備費および標準使用条件でのユーティリティー使用量についてアンケート調査を行った。この情報をもとに市販されているフロン等の活性炭吸着脱離による除去・回収装置を分類し、6種類の代表的装置A～Fについてアンケート調査、ヒヤリング調査および実験で得られたデータをもとに、以下の項目について詳細な計算を行い、経済性を検討した。

(1) 技術的評価項目

1) 活性炭利用効率 2) エネルギー利用効率(ブロワ、加熱脱離、冷却回収)

(2) 経済的評価項目

1) 建設費(設備費、据え付け費等の諸経費) 2) 維持管理費(運転費、成分調整費、排水処理費、減価償却費、金利、人件費、修理費+固定資産税)

また、この排ガス中フロンの市販回収装置の詳細な評価結果に基づき、フロン類をはじめとする各種代替溶剤の排ガス回収に適用可能な装置の最適設計仕様の検討を行うため、吸着性能のよい小粒径の粒状炭を利用した小型固定床式を用いて短時間に再生する排ガス活性炭吸着除去・回収装置を考案し、この装置で特定フロン等、代替フロンおよび代替溶剤、地下水汚染で問題となっているトリクロロエチレン、テトラクロロエチレンなどの11種類の排ガスを処理した場合の処理能力の予測を行った。活性炭に吸着した溶剤は、加熱脱離された後、冷却部分に送られて液化回収されるが、液化回収率は次式で求められる。ここで、 θ は理論最大回収率(%)、 a は排ガス中溶剤濃度(%)、 b はその温度での飽和蒸気圧(atm)である。

$$\theta = 100(a - 100b) / a(1 - b)$$

3-2. 冷媒用フロンの回収技術

冷媒使用機器メーカーおよび冷媒回収装置メーカー60社に冷媒回収装置のカタログと技術資料等の送付を依頼し、さらに回答のあった主要回収装置メーカーにヒヤリング調査を行い、市販回収装置を用途、冷媒回収方法、冷媒再生方法等により分類、評価を行った。また、代表的装置について、調査で得られたデータをもとに運転費、再生処理費、減価償却費、金利、人件費、修理費の各維持管理費を計算し、経済的評価を行った。また、冷媒に関連のある業界団体へのヒヤリング調査、文献調査^{1)~4)}を行い、代替フロンへの移行状況および廃冷媒回収再利用システムについて詳細に調査した。

3-3. フロンの分解技術

一部の自治体や市民団体が、不要となった冷蔵庫や自動車から特定フロンを回収し始めているが、回収したフロンは必ずしも再利用できず、保管されているものも多く、その分解(破壊)技

術の必要性が高まっている。わが国では、不燃性であるフロン12の焼却分解は困難と考えられてきたが、UNEPが推奨している5つの焼却方法⁵⁾の一つであるロータリーキルン方式を用いている廃棄物焼却処理施設においてフロン12の焼却実験を行った。施設概要を図1⁶⁾に示す。ロータリーキルンの大きさは、内径1.3m、長さ10mであり、通常運転と同様に廃塗料、廃油、汚泥などの廃棄物を約1000kg/hで焼却しているところに、2倍量の都市ガスと混合して導入して焼却した。焼却炉温度は約900℃、炉と二次燃焼室を含めた滞留時間は約3秒、酸素濃度は8%以上とした。また、次の4点を工夫した。1) 都市ガスの燃焼中での分解、ロータリーキルン内での廃油などの廃棄物の燃焼による分解、さらに2次燃焼室での分解の3段階で完全分解させた。2) 不完全燃焼を起こしたり、炉材等の交換頻度に影響を与えたりしないように、フロン混入率は焼却物の3%以下とした。3) 生成するフッ化水素、塩化水素は冷却塔と吸収塔で水および水酸化ナトリウム水溶液に吸収し、反応槽でさらに中和した。吸収廃液中のフッ化物イオンは塩化カルシウムと反応させてフッ化カルシウムとして沈澱分離した。4) 二次燃焼室を出た約850℃の排ガスを熱交換式排熱ボイラと冷却塔で一気に約70℃に急冷し、ダイオキシン類が再合成されやすい250～370℃を極力短時間に通過させた。

フロンが確実に安全に分解されたことを確認するため、排ガスを捕集してUNEPガイドライン⁵⁾の項目等を測定した。

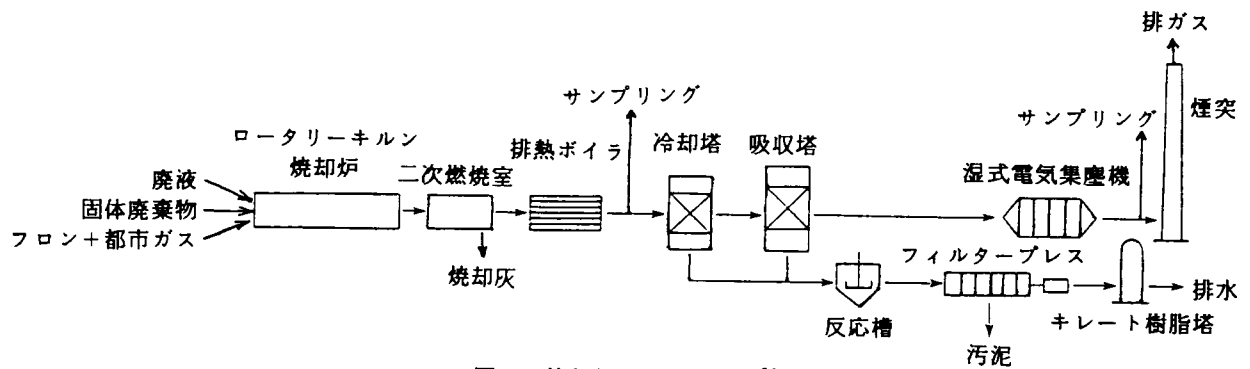


図1 焼却処理施設フロー-6)

焼却法以外のフロン分解技術について文献調査^{1)・5)・7)}およびヒヤリング調査を行い、評価した。

冷媒および断熱用途の硬質ウレタンフォーム発泡剤として使用されている特定フロンの蓄積量を用途別に文献調査^{1)・4)・8)・9)}およびヒアリングによるデータより概算した。また、フロン12のような高圧ガスは産業廃棄物に指定されていないので処理例はないと考えられるが、フロン11や113および同様にモントリオール議定書の規制物質である四塩化炭素や1,1,1-トリクロロエタンとともに廃油や汚泥として処理されている可能性があるため、全国の都道府県に対して、これらの物質の使用者や処理業者に対してどのような規制や指導・対策等を行っているか、また、管轄内に廃棄物処理業者がどのくらい存在するかのアンケート調査を行った。

これらの結果より、フロン等の分解技術普及のための社会的条件、経済性、安全性を明らかにした。

4. 結果

4-1. 排ガス中フロン除去・回収技術

評価を行った代表的な排ガス中フロン除去・回収装置A～Fの活性炭利用率およびエネルギー利用率を表1に、各装置の規模別維持管理費を図2、3に示した。

また、フロン類をはじめ、各種代替溶剤の排ガスに適用可能な新しい排ガス活性炭吸着除去・回収装置の設計条件は次のとおりとした。

入口濃度…2000ppm、 入口温度…20℃、 処理風量…10m³/min、
 吸着時間…30min、 加熱脱離時間…20min、 追出冷却時間…10min、
 加熱脱離温度…120℃、 冷却回収温度（水冷却）…15℃または5℃

この装置で各種排ガスを処理した場合の処理能力予測と運転条件の検討結果を表2に示す。

表1 代表的なフロン等吸着除去・脱離回収装置における活性炭利用率とエネルギー利用率の例

装置	吸着方式、活性炭種類、脱離加熱方式	活性炭利用率 (%)		エネルギー利用率 (%)					
		CFC-113	1,1,1-トリクロロエタン	CFC-113			1,1,1-トリクロロエタン		
				フロン	加熱脱離	冷却回収	フロン	加熱脱離	冷却回収
A	固定床、粒状炭、水蒸気直接	14.1	28.9	55.0	10.4	*	50.0	10.1	*
B	固定床、ハニカム状炭、水蒸気直接	60.5	—	9.1	12.3	*	—	—	—
C	固定床、繊維状炭、水蒸気直接	43.5	40.5	27.0	6.7	*	27.0	5.0	*
D	固定床、粒状炭、電熱・減圧	34.5	—	20.0	15.6	4.5	—	—	—
E	固定床、ハニカム状炭、電熱・減圧	—	22.6	—	—	—	3.8	33.8	9.8
F	流動床、球状炭、水蒸気間接	21.9	34.1	13.3	32.5	66.7	13.3	35.0	13.3

* 100%をはるかに超える値となった。

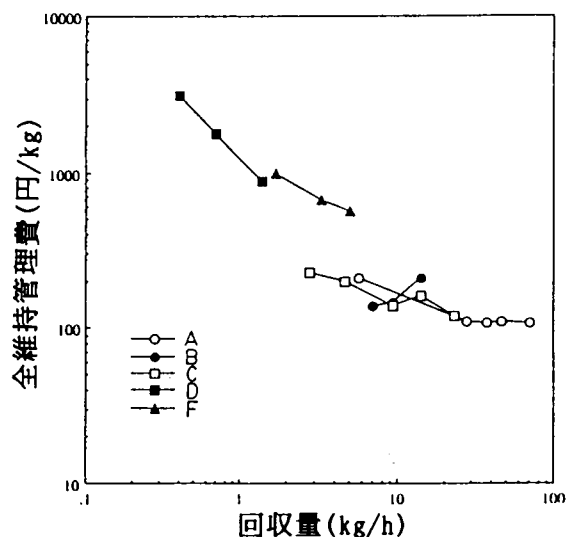


図2 各装置における規模別全維持管理費 (CFC-113回収、3年償却の場合)

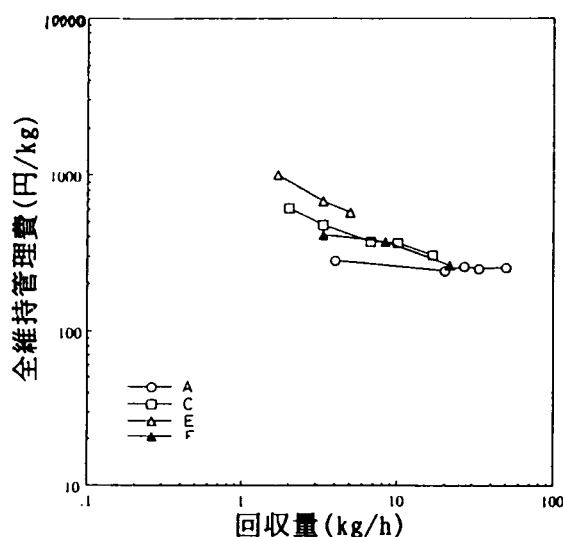


図3 各装置における規模別全維持管理費 (1,1,1-トリクロロエタン回収、3年償却の場合)

表2 各種溶剤排ガスの処理能力予測と最適運転条件等の検討

物質名	吸着容量 (kg/kg-活性炭)	回収量 (kg/サイクル)	15℃液化回 収率(%)*	90%液化回収 冷却温度*
1,1,1-トリクロロエタン	0.53	3.4	91	15℃以上
CFC-113	0.59	4.7	59	-10℃
HCFC-123	0.50	3.8	0	-25℃
HCFC-141b	0.43	3.0	10	-13℃
HCFC-225ca	0.64	5.1	86	11℃
HCFC-225cb	0.64	5.1	89	14℃
クロロトリフルオロメタン	0.73	4.1	98	15℃以上
ジクロロメタン	0.35	2.1	38	-14℃
57%化ブロンノール	0.60	3.8	96	15℃以上
トリクロロエチレン	0.60	3.3	94	15℃以上
テトラクロロエチレン	0.73	4.2	99	15℃以上

* 脱離ガス濃度を平均50%とした。

4-2. 冷媒用フロンの回収技術

市販されている冷媒回収再生装置は次のように分類された。

- 1)用途(回収フロン) : カーエアコン(CFC-12)、遠心式冷凍機(CFC-11、CFC-113、CFC-123)、業務用低温機器(CFC-12、HCFC-22、R500、R502)
- 2)回収方式(回収速度) : 冷凍機式(遅い)、圧縮機式(やや遅い)、ベーパーポンプ式(液回収時は速いが、ガス回収時はやや遅い)
- 3)回収ガス冷却液化方式 : 冷凍機式、空冷式、熱交換式、水冷式
- 4)水分除去方法 : 吸着剤(合成ゼオライト、合成ゼオライト+活性アルミナ、シリカゲル)、抽気槽
- 5)油分除去方法(再生品質) : 比重分離(再利用可能な品質)、蒸留(高品質)

一般に、標準回収率は90%以上、消費電力は0.2~0.8kWと小さく、設備費は35~200万円、本体重量は40~370kgであった。

代表的な冷媒回収再生装置について各維持管理費の合計である全維持管理費の年間冷媒回収量による変化の例を図4に示した。

また、冷媒用途の特定フロン等の代替フロンへの移行は速やかに進んでおり、代替フロンの量産が開始され、HFC-134aを使用しているカーエアコンや家庭用冷蔵庫、HCFC-123対応の遠心式冷凍機が普及し始めている。業務用低温機器は、一部の機種にHCFC-22またはR502が使用されており、ルームエアコンはほとんどHCFC-22が使用されている。

冷媒の回収再利用システムの現状は次のとおりであった。カーエアコンについては補充用のCFC-12の品不足の懸念から自動車メーカーのディーラーおよびサービス店を中心に回収が行われている。また、値上がりの期待から解体業者でも回収され始めている。遠心式冷凍機については

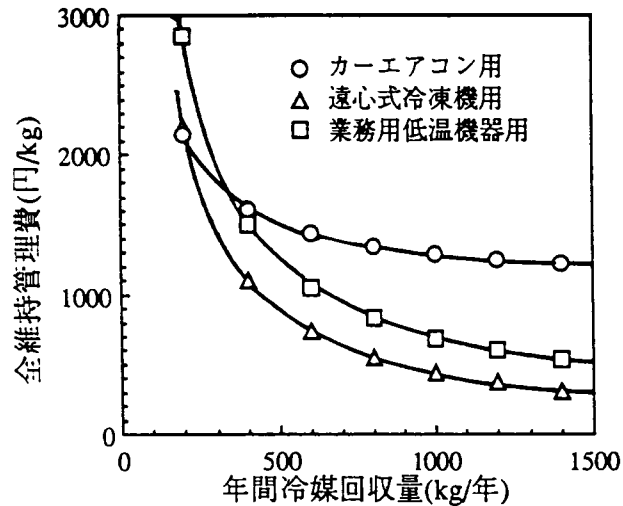


図4 全維持管理費の年間冷媒回収量による変化の例(3年償却)

従来より回収再利用システムが確立されている。業務用低温機器については、低温機器取り付け業者が集まって(社)日本フロン回収事業連合会を組織し、機器交換時に廃棄機器から冷媒を回収している。家庭用冷蔵庫およびルームエアコンは製品の品質が高いため冷媒が途中で漏れることがないので補充の必要はないが、そのため冷媒回収口もなく、回収はほとんど行われていない。国や自治体では、回収・再利用モデル事業を行ったり、廃冷媒を回収する業者への支援措置、家庭用冷蔵庫やルームエアコンなどの粗大ごみからの冷媒回収および廃冷媒回収の義務づけなどの具体的なシステムづくりに取り組み始めている。

4-3. フロンの分解技術

フロン焼却実験の排ガス分析値をUNEPのガイドライン値⁵⁾とともに表3に示す。

焼却法以外のフロン分解技術には、高周波プラズマ法、衝撃波法、触媒分解法、水熱分解法、超臨界水分解法、薬品分解法、紫外線分解法、放射線分解法、熔融金属分解法、電解還元法、金属酸化物反応法、アークプラズマ法、コロナ分解法、超音波分解法、微生物分解法があった。

表3 UNEPフロン破壊排ガスガイドラインと当研究室でのフロン焼却実験結果

項目	UNEP ガイドライン	当研究室の 焼却実験結果
酸素濃度(%)	-	8以上
一酸化炭素濃度(12%O ₂ 換算ppm)	80以下	30~100
塩化水素(mg/Nm ³)	100以下	2以下
フッ化水素(mg/Nm ³)	5以下	0.2~1.6
臭化水素・臭素(mg/Nm ³)	5以下	-
粒子状物質(mg/Nm ³)	50以下	3以下
ダイキソ類・フッ素類(ng-TEQ/Nm ³) ^{a)}	1以下	N. D. (<0.1)
高沸点全有機ハロゲン(mg-Cl/Nm ³)	-	N. D. (<0.2) ^{c)}
Ames変異原性(TA98+S9)(μg-2AA/Nm ³) ^{b)}	-	N. D. (<10) ^{d)}
分解率(%)	(99.99以上)	99.99以上

- a) ダイキソ類・フッ素類の濃度を毒性が同じになるように2,3,7,8-トリクロロジベンゾパラジキソ濃度に換算した値。
 b) 2-アミノアントレン濃度に換算した値。
 c) トリクロロエチレン等の低沸点有機塩素化合物類もすべて定量限界(数ppb)以下であった。
 d) TA98-S9、TA100±S9株を用いた場合もすべて定量限界以下であった。

冷媒および断熱材用途の硬質ウレタンフォーム発泡剤として使用されているフロン等の蓄積量は、フロン12については、カーエアコンの冷媒が約3.8万トン、冷蔵庫の冷媒が約0.8万トン、業務用冷凍・冷蔵機器の冷媒が約0.9万トン、フロン11については、ビル冷房用遠心冷凍機の冷媒が約1.0万トン、断熱材中の発泡剤が約15万トン以上と概算された。また、消火剤のハロンの蓄積量が2.4万トンあるが、オゾン層破壊係数が大きいので、特定フロン23万トン分に相当する。

都道府県のフロン等の処理・処分に関する規制、指導、対策の実施状況を図5に示す。また、産業廃棄物焼却処理業者は全国で145カ所あった。

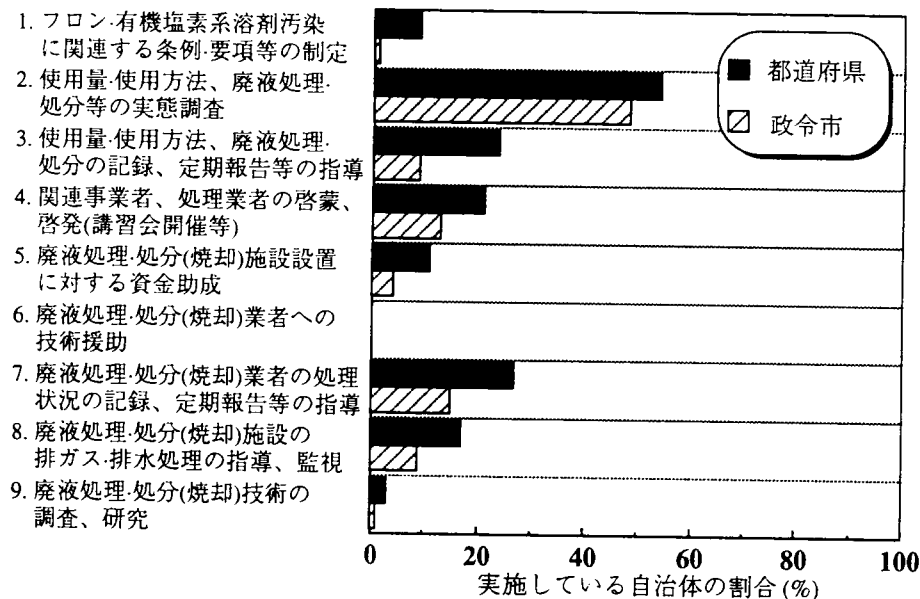


図5 フロン・有機塩素系溶剤廃液の処理・処分に関する規制、指導、対策の実施状況

5. 考察

5-1. 排ガス中フロンの除去・回収技術

表1に示すように活性炭利用効率は、ほとんどの装置で50%以下の低い値となった。この原因としては、入口濃度の変化に対応できるように過剰設計されていること、活性炭層内をガスが均一に流れていないこと、水蒸気直接加熱方式では活性炭層内に水分が残り、吸着性能が低下することなどが考えられる。

ブロワーのエネルギー利用効率は一般的に50%程度が適正であるが、表1より装置A以外はかなり低く、これは、過剰設計により処理風量を絞りすぎているためと考えられる。加熱脱離のエネルギー利用効率は、水蒸気直接加熱方式を用いた装置が低く、これは、活性炭細孔内に凝縮水が残り、活性炭を乾燥させるエネルギーが必要となるためと考えられる。加熱脱離エネルギー効率が高いのは、水蒸気間接加熱方式であり、活性炭の性能維持もよいことがわかった。冷却回収のエネルギー利用効率は、水蒸気直接加熱方式の装置においては100%をはるかに超える値となった。これは、吸着筒内で水蒸気が凝縮しており、導入した水蒸気の一部しか冷却器に入っていないためと考えられる。

全維持管理費が比較的安いのは装置Aであり、高いのは電熱・減圧脱離方式を用いた装置D、Eである。流動床方式を用いた装置Fもやや高い。

CFC-113と1,1,1-トリクロロエタンの単価はいずれも600円/kg程度(平成3年当時)であるが、

図2, 3に示すように大部分の装置は1年程度の償却期間でも全維持管理費はこの単価より安く、新規にフロン等を購入するより経済的にメリットがあることが明らかになった。

活性炭吸着除去回収装置で各種排ガスを処理した場合の活性炭利用効率を高めることは特別の工夫が必要であることがわかった。液化回収率は、飽和蒸気圧の大きいもの、すなわち沸点の低いCFC-113、HCFC-123、HCFC-141b、HCFC-225、ジクロロメタンなどの15℃での液化回収率はかなり低くなる。このような物質はチラーなどを用いて表2に示すように冷却回収温度を下げる必要がある。また、沸点が120℃を超える物質は、加熱脱離温度を上げる必要があることなどがわかった。

5-2. 冷媒用フロンの回収技術

電気冷蔵庫やルームエアコン用の冷媒の回収装置は市販されていないが、欧米で作られているアタッチメントを用いて冷媒回収口を設ければ、現在の市販装置で回収可能である。市販されている冷媒回収再生装置は低価格で軽量の装置ほど普及しやすい。性能的には低温時の回収率などに差があり、価格と重量も装置によりかなり異なる。

図4の冷媒回収量による全維持管理費の変化の例では、フロンの単価が600円/kgとすれば、遠心式冷凍機用では700kg/年、業務用低温機器では1200kg/年の回収量になるような台数から回収を行わないと経済的メリットがない。カーエアコンからの廃冷媒回収については単位回収量当りの人件費が高く、全維持管理費が高いので数台分まとめて回収し、人件費を安くする必要がある。家庭用冷蔵庫、ルームエアコンについても1台当りの冷媒充填量が少ないので同様のことがいえる。

なお、カーエアコンからの回収については、ガソリンスタンドや修理工場でフロン補充用に使用されている250g入りのカートリッジ缶が3,000円程度で仕入れられているので、回収・再生したフロンを流通経路末端近くに供給すれば、1,000~2,000円の回収・再生費用でも経済的メリットがある。例えば、解体業者などで回収・再生したフロンをカートリッジ缶に充填し、ガソリンスタンドや修理工場に供給する方法などが期待される。

HCFC-123は遠心式冷凍機に、HCFC-22はルームエアコンに使用されているが、オゾン層破壊能力が多少あるので、早くオゾン破壊係数がゼロの代替冷媒使用機種を開発する必要がある。なお、オゾン層破壊係数がゼロのフロンでも地球温暖化の問題は残っている。

特定フロン等全廃後も、代替フロン使用機種が普及するにはかなりの年月を要し、社会に蓄積されている特定フロン等を大気中に放出しないように回収し、精製・再利用するか、分解処理する必要がある。

カーエアコンの冷媒回収は特定フロンの需要がなくなった時点では行われなくなると考えられるので、回収の義務づけが必要である。遠心式冷凍機の廃冷媒は、すでに回収再利用システムが確立されていたが、従来はポンプでドラム缶に移していたので密閉系で回収できる冷媒回収装置を普及させ、大気中放出分を減らす必要がある。大型の業務用低温機器については、所有者に回収を義務づけて空調機器取り付け業者が回収するのが効率的と考えられる。小型の業務用低温機器、家庭用冷蔵庫およびルームエアコンの回収は自治体が粗大ごみとして回収することが多いので、自治体ごとに回収再利用システムをつくるのがよいと考えられる。回収再利用の費用は、最終的には、消費者が負担する場合が多くなると考えられるが、メーカーも製造者責任として応分の負担をする必要がある。

5-3. フロンの分解技術

今回の焼却実験結果は、表3に示すようにCO濃度を除き、UNEPのガイドライン値を十分に満たした。CO濃度については、わが国の都市ごみ焼却施設のCO濃度の現状が50～5000ppmであり、またCO濃度とダイオキシン類濃度との相関が必ずしも明確ではないので、他に安全が確認されれば、常時80ppmを維持しなくても問題はない。また、UNEPのガイドライン項目以外にダイオキシン類の測定よりも安価で簡便な安全性評価項目として、高沸点全有機ハロゲンおよびAmes変異原性も調べたが、いずれも検出限界以下であった。さらに、各種の低沸点有機塩素化合物の濃度を測定したが、いずれも検出限界以下であった。フロンの分解技術には、次の6つの事項を満たすことが必要であると考えられる。1) フロンの分解率が高い、2) 分解により生成する塩化物とフッ化物に対して設備の耐久性がある、3) 塩化物、フッ化物を含む排ガス、排水、汚泥等の処理処分が確実にできる、4) ダイオキシン類等の遺伝子毒性物質を副生させない、5) 設備費、運転費が安く、特殊な維持管理技術を要しない、6) 全国数カ所以上で実用でき、回収・分解の社会システムが確立しやすい。

優れた焼却施設におけるフロンの分解は、実験結果から明らかなように上記の1)～4)を満たせる他、既存の施設や運転管理技術を利用し、他の廃棄物と併せて処理するので5)も満たせる。また、焼却施設は全国に存在し、既存の回収ルートを利用できる可能性も高く、6)についてもクリアできる可能性が高い。

他の分解技術については、上記条件の2)～6)についてほとんど検討されていないものが多く、当面の実用化は難しいと考えられる。

蓄積量については、冷蔵庫だけでなくカーエアコンや業務用冷凍・冷蔵機器の冷媒の蓄積量も多いので、これらの冷媒の回収と分解に一層の努力をする必要がある。また、断熱材についても回収が難しいとはいえ、蓄積量が多いので回収・分解に努力すべきである。ハロンは、1994年から製造禁止であるので代替ハロンに切り替わるにしたがって分解すべき量が増加すると考えられる。

回収・分解の社会システムの確立には、1) 都道府県が市町村に対してフロンを含む粗大ごみからのフロン等の回収指導や回収機購入の資金援助を行うこと、2) 条例や要項によりフロン等の大気中放出を禁ずることによってカーディーラー、車修理工場、廃車工場、業務用冷凍・冷蔵機器取り付け業者に不要となったフロンを回収させること、3) 焼却処理業者に焼却技術の普及を図ったり、施設改善等の資金援助を行うことなどが有効である。図5に示すように自治体によるこれらの実施状況はまちまちであり、なかには7項目について実施している自治体もあったが、比較的实施率の高い「焼却処理業者への処理状況記録、定期報告の指導」でも60%以下であった。とくに、「焼却業者への技術援助」、「焼却施設設置に対する資金助成」および「フロン・有機塩素系溶剤汚染に関する条例・要項の制定」などは実施率が低いが、今後、回収・分解ルートを整備したり、処理業者を育成する上で、これらの充実が期待される。

6. 本研究により得られた成果

優れた設計の活性炭吸着除去・回収装置を用いれば、風量、吸着時間、加熱脱離温度、冷却回収温度の調節により、特定フロンだけでなく、代替フロンおよび他の各種溶剤の排ガスを効率よく除去・回収でき、経済的メリットがあることが明らかとなった。

廃冷媒の回収を推進するには、1) 高性能で低価格の小型冷媒回収再生装置の開発、2) 廃棄

機器を収集して効率的に冷媒回収を行う社会システムおよび3) 廃冷媒回収の義務づけが必要であることが明らかとなった。

フロンは、優れた設計の焼却処理施設において適切な運転管理が行えば、安全かつ確実に分解できる可能性が実証された。しかし、一般ごみの焼却施設も含めて全国の焼却処理施設のうち、適切であると判断される施設の選定基準などの課題が残っている。他の分解技術については、当面実用化が難しいことがわかった。

特定フロンおよびハロンの用途別蓄積量が概算でき、冷蔵庫だけでなく他の用途についても回収・分解の努力が必要であることが明らかとなった。国および都道府県は、フロン等の回収・分解の社会システムの確立のため、より一層の努力が求められている。

7. 参考文献

- 1) 日本化学会編：季刊化学総説 NO.11 フロンの環境化学と対策技術（1991）
- 2) オゾン層保護対策産業協議会編：オゾン層破壊物質使用削減マニュアル、通商産業省基礎産業局フロン等規制対策室監修（1991）
- 3) 神奈川県環境部編：オゾン層を破壊するフロン等の排出防止に関する技術指針（1992）
- 4) (社)日本冷凍空調設備工業連合会：特定フロン排出抑制・使用合理化技術マニュアル（1992）
- 5) UNEP：Report of Ad-hoc Technical Advisory Committee on ODS Destruction Technologies（1992）
- 6) 三友プラントサービス(株)：廃棄物焼却設備資料（1993）
- 7) 水野光一、フロン分解技術の現状と国際的動向、資源と環境、1、53-63（1992）
- 8) (社)日本冷凍空調工業会：冷媒フロンの使用量と回収可能量調査報告書（1993）
- 9) 於田和光：ハロンの生産現況と備蓄管理構想、産業公害、29、131-136（1993）

[研究発表の状況]

誌上発表

- 1) 浦野紘平、木村ちづの、松永猛：フロン・有機塩素系溶剤排ガスの除去・回収装置の評価（その1）、資源環境対策、29、225-230（1993）
- 2) 浦野紘平、木村ちづの、松永猛：フロン・有機塩素系溶剤排ガスの除去・回収装置の評価（その2）、資源環境対策、29、465-472（1993）
- 3) 浦野紘平、木村ちづの：冷媒用フロン回収再利用技術の現状と課題（その1）、資源環境対策、29、1231-1236（1993）
- 4) 浦野紘平、木村ちづの：冷媒用フロン回収再利用技術の現状と課題（その2）、資源環境対策、29、1441-1448（1993）
- 5) 浦野紘平、木村ちづの：フロン分解技術の現状と方向、資源環境対策、30、609-617（1994）

口頭発表

- 6) 浦野紘平、木村ちづの：フロンの回収と焼却炉での分解、第24回安全工学シンポジウム、1994年7月7日（予定）