

表 7-3-24 浄水の XAD-2 樹脂への吸着結果 (p g)

	ステンレス管 1 段目	ステンレス管 2 段目
2378-T4CDD	8.9	2.1
12378-P5CDD	11.9	1.8
123478-H6CDD	7.7	1.0
123678-H6CDD	11.2	1.2
123789-H6CDD	9.4	1.7
1234678-H7CDD	15.4	2.2
12346789-O8CDD	15.7	3.1
2378-T4CDF	12.7	2.3
12378-P5CDF	12.7	3.4
23478-P5CDF	10.3	1.8
123478-H6CDF	12.2	2.5
123678-H6CDF	8.0	3.7
123789-H6CDF	8.3	1.1
234678-H6CDF	10.0	2.2
1234678-H7CDF	15.6	2.7
1234789-H7CDF	13.8	3.3
12346789-O8CDF	14.5	2.9

上記より、ステンレス管 1 段目及び 2 段目でダイオキシン類の吸着が可能であると考  
えられる。

#### 7) 環境水への適用

環境水の場合、SS 分が多いため、直接試料採取は困難であると予想される。このた  
め、採取した試料液を分析室内で XAD-2 樹脂に吸着させる方法について検討を行な  
った。しかし、XAD-2 樹脂を試料液に添加し攪拌する方法及び、試料液を循環し吸  
着させていく方法について、調査を行なったが、十分なダイオキシン類の吸着は困難で  
あった。

#### 8) まとめ

XAD-2 樹脂へ吸着させたダイオキシン類を、ソックスレー抽出、超音波抽出、高  
速溶媒抽出で回収率を比較した結果より、方法による差は殆ど無く、高速溶媒抽出は、  
短時間かつ自動で抽出可能である。実試料での検討においては、浄水の場合、高速溶  
媒抽出法で用いるステンレス管と同型のものを使用すれば、通水、吸着後、そのまま抽  
出装置にセットし、抽出が可能である。環境水の場合は、攪拌及び循環の両方法ともに  
回収が悪かった。そのため、浄水で結果の良好であった、XAD-2 樹脂を充填したス  
テンレス管を用いた通水による方法を、今後検討していく。

## 1. 目的

ゴミ焼却施設などにおいて不完全燃焼やその後のガス反応で生成し排出される粒子中にはダイオキシン類をはじめ、生体に影響を及ぼす多種類の有害物質が極微量ずつ存在している。これらの有害物質の排出量を低減化するためには燃焼状態を適切にコントロールし得る設備やそれに付属する装置等が必要である。現在、燃焼炉内温やCO濃度などを測定して燃焼状態を管理する方法が用いられているが、排出粒子や排出ガス中に極微量存在する汚染化学物質の濃度を直接連続モニターし、その濃度に基づいて燃焼状況を管理するシステムはほとんど検討されていない状況にある。そこで、本研究では排ガス中の粒子状物質に含まれる多環芳香族炭化水素(PAH)を直接連続モニターする手法と排ガス中のガス状総有機ハロゲン化合物(TVOX)を直接連続モニターする手法について検討した。

本研究の初年度に当たる平成9年度は、各種発生源から排出される汚染化学物質の濃度を連続モニターし得る方法として、粒子状物質に含まれるPAHを直接測定し得るPAS-2000について室内空気を用いて検討評価した。平成10年度は、TVOXを直接連続モニターする手法として、ハロゲン化合物に対して選択的に感度を示す電気伝導度検出器(ELCD)を用いる手法を作成すると共に、PAS-2000を沿道空気の粒子状物質に適用した。また、平成11年度は、TVOXを直接連続モニターする手法について、実際のゴミ焼却施設の燃焼排ガスに適用し評価検討を行った。

## 2. 実験方法

### 1) PAS-2000による空気浮遊粒子中のPAHの測定

PAS-2000 (Photoelectric Aerosol Sensors : 米国 EcoChem Analytics 社製) を用いて検討した。この装置は、空気中の粒子状物質を 2L/min で吸入し、その粒子状物質に含まれる PAH にエキシマーランプからの短波長(220nm)の紫外線を照射して比較的環数の多い PAH (4 環以上に効果が高い) から電子を放出させ、流路の後方にセットしてある荷電した電極でその電圧 (又は電流) 値の変化から PAH 濃度を見積もる構造となっている。

### 2) 電気伝導度検出器(ELCD)による TVOX の測定

電気伝導度検出器は、ニッケルを触媒としてハロゲン化合物を水素で還元して生成した塩化水素などの電気伝導度を測定する検出器 Hall detector(Tracor 製 Model 1,000)及びガス試料濃縮器 (電気化学計器製 ; GAS-30) などを組み合わせて作成して用いた。

### 3) 室内空気中の浮遊粒子状物質の採取

PAS-2000 の PAH 測定能を評価するために、浮遊粒子状物質測定装置（電気化学計器製 DUB-32 形； $\beta$ 線吸収法）により採取した粒子状物質を用いた。即ち、18L/min で室内空気を吸入し、その中の粒子状物質濃度を連続測定すると共にロール状ガラス繊維ろ紙上に浮遊粒子を採取した。採取後、ろ紙をポリエチレンバッグに密封し-30℃で冷凍保存し現存の PAH 分析に供した。

### 4) マルチカラム HPLC/蛍光検出法による主要 7 種の PAH 分析

スポット状(11mm $\phi$ )に採取されたる紙上の粒子状物質を切り離し、これにアセトニトリルを加えて、超音波を照射し約 15 分間抽出し、HPLC/蛍光検出法による PAH 分析に供した。主要 8 種の PAH 分析には、マルチカラム HPLC/蛍光検出装置（送液ポンプ；島津 LC-6A3 台、蛍光検出器；島津 RF-540、オートインジェクター；島津 SIL-6A0 等）を用いた。

## 3. 結果及び考察

### 1) PAS-2000 による室内空気浮遊粒子中の PAH の測定

室内空気中の浮遊粒子を浮遊粒子状物質測定装置を用いてロール状ガラス繊維ろ紙上に採取し、PAS-2000 による PAH 測定の有効性について検討した。即ち、既存分析法（粒子状物質の採取→アセトニトリルによる超音波抽出→マルチカラム HPLC/蛍光分析による 7 種の PAH の分析）による測定値や浮遊粒子濃度の測定値を用いて比較検討した。PAS-2000 による測定値との相関係数で比較検討した結果、浮遊粒子濃度とのそれは 0.270 と比較的低い値(危険率； $\alpha < 0.01$ )を示したのに対し、4 種の主要 PAH(BaA, BkF, BaP, 及び BghiP) の加算値との相関では 0.494( $\alpha < 0.001$ )と良好な結果が得られ、PAS-2000 による PAH の直接連続モニタリングが可能であることが認められた。

### 2) PAS-2000 による沿道空気浮遊粒子中の PAH の測定

道路沿道の空気中粒子状物質に含まれる PAH 測定能について PAS-2000 を用いて検討した。即ち、多摩ニュータウン、唐木田の道路（比較的新しい）際で平成 10 年 5 月 24 日（日）から 5 月 31 日（日）までの一週間にわたり PAS-2000 を稼動させた。その結果、各 PAH 測定値は時間毎に大きく変動することや夜間の測定値よりも昼間の測定値の方が高くなる傾向にあることなど道路交通量との関係が伺われ、粒子状物質濃度の比較的高い道路沿道空気の連続測定に適用可能であることを認めた。

### 3) 電気伝導度検出器(ELCD)によるガス状有機ハロゲン化合物の測定

空気中のハロゲン化合物を直接連続的にモニターし得る簡易手法として、ハロゲン化合物に対して選択的に感度を示す電気伝導度検出器(ELCD)を用いる手法について検討した。即ち、ニッケルを触媒として基質（ハロゲン化合物）を水素で還元して生成した塩化水素の電気伝導度を測定する検出器（通常ガスクロマトグラフィーの検出器として用いられる）の感度を試料濃縮することにより補い、更に空気中の窒素の還元により発生する妨害成分アンモニアの生成を押さえるためのヘリウム置換能を備えた検出系を作成し、12種の有機ハロゲン化合物のハロゲン元素置換数との関係について調べた。その結果、2-クロロトルエンを基準として相対感度が殆ど1に近い値となり塩素及び臭素の置換数に1:1の応答を示すこと、連続測定が可能であること、測定法としては比較的良好な再現性を示すことなどを認めた。

### 4) TVOX 連続モニター装置のゴミ焼却施設燃焼排ガスへの適用

平成10年度に検討したTVOX連続モニター装置に、塩化水素などの測定妨害物質をインピンジャー（吸収剤：水）で除去する前処理系を組み込むなど若干の改良を加えて使用した。2ヶ所のゴミ焼却施設の燃焼排ガスを平成11年11月及び12月に、それぞれ排出口付近から採取し、TVOX連続モニター装置の適用能等について検討した。即ち、ストーカー炉でEP（静電捕集装置）の出口及びストーカー炉でバグフィルターの出口にそれぞれサンプリングプローブを取り付けて燃焼排ガスを採取し、そのTVOXを15分間隔で測定した。その結果、ゴミ焼却施設の燃焼排ガスのTVOX濃度はB施設よりもA施設の方が高い値であることや連続測定が可能であることなどが認められた。また、本TVOX連続モニター装置は測定能の若干の不安定さは認められたものの実際に使用されているゴミ焼却施設の燃焼排ガス、即ち現場での測定に適用し得ることが認められた。今回のTVOX連続モニター装置は試作品であり、若干サイズが大きく重量もあるため移動や設置に労力を要したが、GC等の分離機能部を必要としないため、通常分離分析装置よりも小型化や軽量化が期待された。

今回の簡易モニター装置類は、ゴミ焼却施設などにおいて汚染化学物質（粒子状物質中のPAH及びガス状物質中のTVOX）の濃度をリアルタイムで直接連続的にモニターし、その汚染化学物質の濃度に基づいた燃焼管理システムや試料サンプリング時間の設定などへの応用も含めて検討した。PAHやTVOX濃度がダイオキシン類の排出指標として用い得る可能性も高いため、今後、装置の改良ばかりでなく測定データの評価や他の連続測定装置との併用測定による各種利用法などについて検討していく予定である。

#### 4. 研究の概要

各種発生源から排出されるガス状物質や粒子状物質に含まれる汚染化学物質の濃度を直接測定しモニターする簡易手法を検討するため以下の研究を順次行った。

1) 室内空気中の粒子状物質に含まれる多環芳香族炭化水素(PAH)をリアルタイムモニターである PAS-2000 を用いて測定し、その測定性能を通常的手法（粒子状物質の採取→抽出→HPLC/蛍光分析）による数種の主要 PAH 測定値と比較検討した結果、良好な相関関係を認めた。（平成 9 年度）

2) 道路沿道の空気中に含まれる粒子状物質に含まれる PAH 測定能について PAS-2000 を用いて検討した結果、比較的粒子状物質濃度の高い道路沿道空気の連続測定が可能であることを認めた。（平成 10 年度）

3) ガス状総有機ハロゲン化合物（TVOX）の簡易測定手法として電気伝導度検出器 (ELCD) を利用する方法について検討した結果、当該化合物の連続測定が可能であることを認めた。（平成 10 年度）

4) 上記のガス状総有機ハロゲン化合物（TVOX）を若干改良し、実際のゴミ焼却施設の燃焼排ガスに適用したところ、連続測定が可能であることを認めた。（平成 11 年度）

## 7 - 4 排ガスサンプリングの検討

### 1. 研究目的

現在、排ガス試料中のダイオキシン類は「ダイオキシン類標準測定マニュアル」<sup>1,2)</sup>の通り、‘XAD-2樹脂’、‘円筒ろ紙’、‘吸引プローブ洗液’及び‘洗液、ドレン、ジエチレングリコール溶液’の4種の試料を酸処理・溶媒抽出後、各種クリーンアップ処理した試料をGC/MS法により分析している。この分析法では、4種の排ガス試料から粗抽出液を得るまでの前処理工程に人手がかかり、そのため分析費用も高額になる原因となっている。そこで、排ガス試料を固体試料と器具の洗浄液のみにする簡易なサンプリング機器を含む測定方法の開発を行う。

現在、使用されているダイオキシン類のサンプリングシステムは、図 7-4-1 に示す、US-EPA の「Modified method 5 train」から来ている。Modified Method 5 Trains は、フィルター捕集部→(冷却部)→樹脂吸着部→液体捕集部となっており、XAD-2 樹脂が液体(ドレン)捕集部の前に付いている。Modified Method 5 Trains のドレン・トラップ(KNOCK OUT TRAP)以降はガス状の有機化合物を捕集するために付いていることになり、ダイオキシン類の捕集には不必要のものと考えられる。そこで、Modified Method 5 Trains のフィルター捕集部→(冷却部)→樹脂吸着部までの排ガス採取装置で、ダイオキシン類が捕集されていることを確認で出来れば、フィルター捕集物と樹脂の固体試料のみが排ガス試料となる。

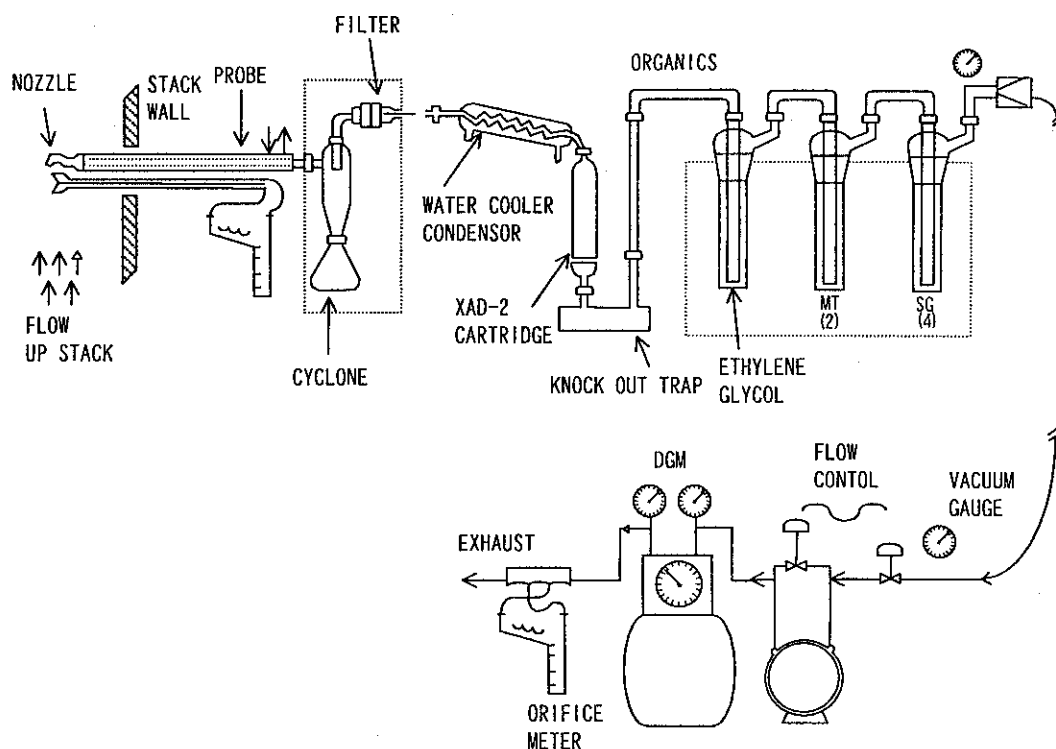


図 7 - 4 - 1 排ガス中ダイオキシン類のサンプリング法：Modified method 5 trains

## 2. GfA 社の排ガスサンプリング法

欧米では、いくつかの簡素化されたダイオキシン類の排ガス採取装置が提案され、既に複数の排ガスサンプリング装置が EU 標準法に採用されている<sup>3)</sup>。図 7-4-2 に示したドイツの GfA 社の排ガス採取装置もその一つである。この排ガス採取装置は水冷式採取管→ダストチューブ→XAD-2 樹脂→[ドレントラップ] →[真空ポンプ等]から成り、XAD-2 樹脂までを排ガス試料としている。そこで、H9 年度研究では、GfA 社の排ガスサンプリング法と日本で採用されている排ガス採取装置（厚生省法）を比較検討した。

(1) GfA 社のサンプリング装置は下記条件ではダイオキシン類を十分捕集できることが確認できた。

排ガス採取量	: 2～4 m <sup>3</sup> N (dry)
排ガス中水分	: 26～46% (wet)
排ガス温度	: 180～210℃
排ガス流速	: 1.5～1.8m/sec
ダスト濃度	: 3 g/m <sup>3</sup> N以下
ノズル径	: 4 mmφ以上

(2) GfA 法ではサンプリングユニットの後部にもダイオキシン類が抜けた事例があり、その適用限界を明らかにする必要がある。

(3) 排ガス試料の粗抽出液を、お互いに交換し、厚生省法と EU 標準法で分析を行った結果、非常に良好な一致が認められた。このことは、クリーンアップ工程以降の GC/MS 分析結果が両者で全く一致することを示している。

(4) 排ガスクロスチェックの結果から、低 DXNs 濃度 (0.11 ng-TEQ/m<sup>3</sup>N 以下) の分析結果で、いずれも中外より GfA の方が高い値を示した。これは、GfA 社のサンプリング後部へ DXNs 類が抜けていないことを、又、EU 標準法において“ろ紙捕集物等の塩酸処理を行わない”ことから、厚生省法の前処理操作に於ける簡易化の可能性を示唆している。

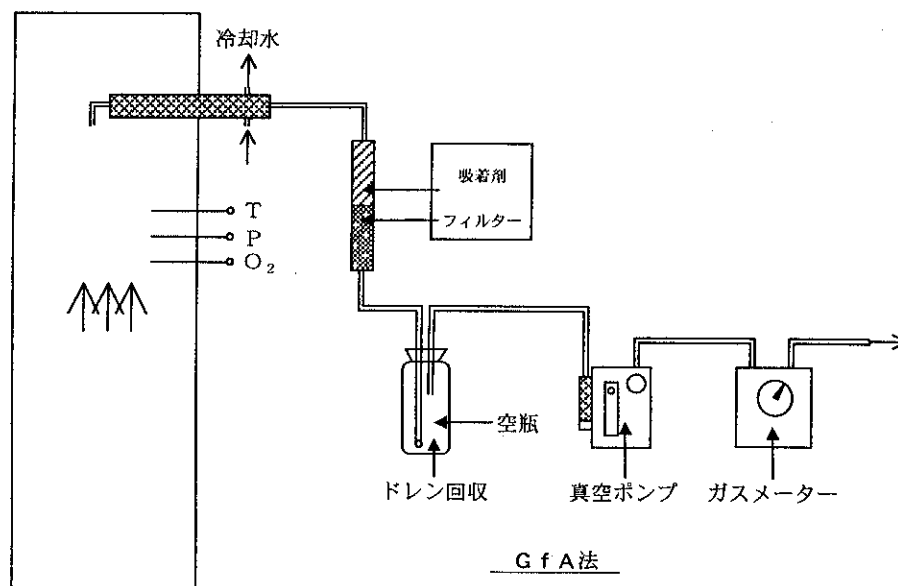


図 7-4-2 排ガス中ダイオキシン類のサンプリング法：GfA 社方式

### 3. 高ダスト濃度用サンプリング装置による試験

#### 1) 試験方法及び結果

H10年度の研究では、試作部分〔プローブ→円筒ろ紙(120℃)→水冷コンデンサー→XAD-2樹脂〕+既存部分〔ドレンポット→XAD-2樹脂→インピンジャー〕からなる、高ダスト濃度用サンプリング装置(図7-4-3)を試作した。実機ごみ焼却炉においてバグフィルター入口側で試作サンプリング装置による排ガス中ダイオキシン類測定分析試験を行った。排ガスサンプリングは、ノズル径を4、6、8、10mmφと変え、4時間サンプリングすることにより、排ガス採取量を増加させた。測定-1から測定-4の排ガス試料は試作部分と既存部分を別々にして、それぞれダイオキシン類分析を標準測定マニュアル通りに実施した。

さらに、別の実機ごみ焼却炉において、ノズル径16mmφの採取管を使用した2台の高ダスト濃度用サンプリング装置による同一採取口からの同時排ガス中ダイオキシン類測定分析試験を行った。ノズル径16φの2組の排ガス試料、測定-5と測定-6は、試作部分のみを一つは厚生省法(HC1処理有り)で、もう一つはHC1処理無しでダイオキシン類分析を実施した。既存部分は両方とも厚生省法に基づいて分析した。

以上の排ガス中ダイオキシン類測定分析試験における、測定-1と測定-4、測定-2と測定-3、測定-5と測定-6は同一採取口からの同時サンプリングである。測定-1から測定-6のダイオキシン類分析結果、TotalのPCDDs, PCDFs, PCDDs/PCDFs及び毒性等量(TEQ)をまとめて表7-4-1に示した。なお、表には吸引ガス量と捕集ダスト量(推算値=ダスト濃度×吸引ガス量)も合せて表示した。

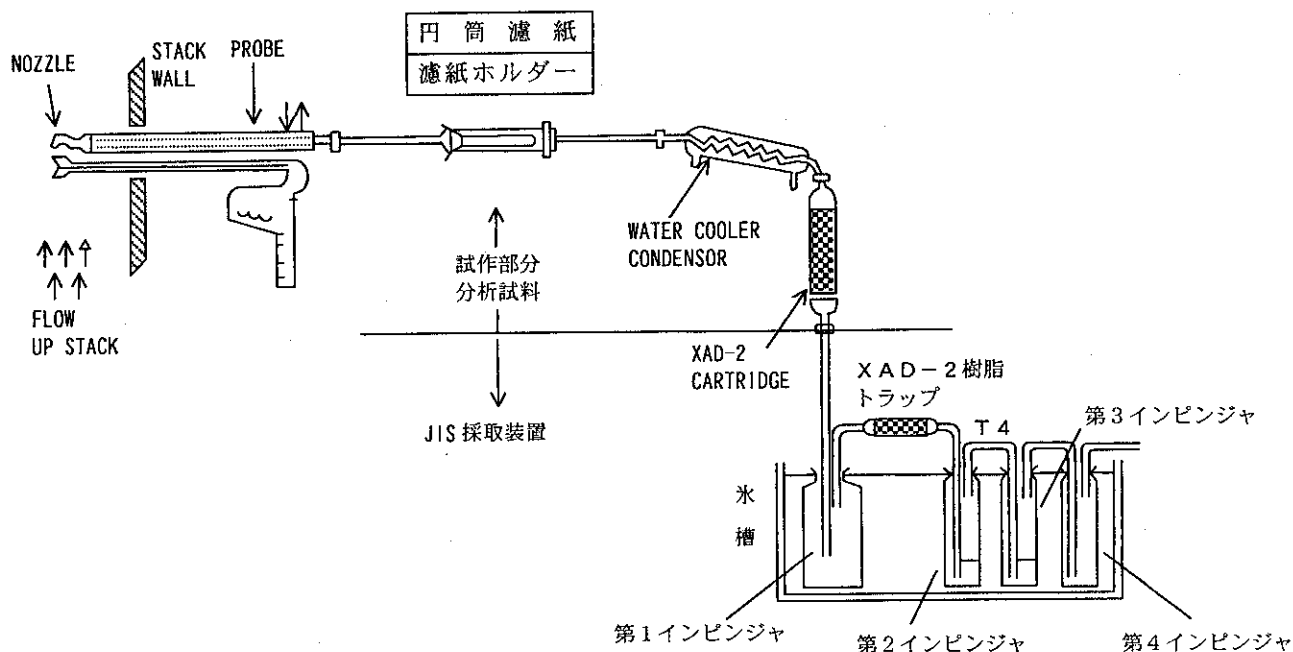


図7-4-3 高ダスト濃度用サンプリング試験装置



表7-4-1 排ガス中ダイオキシン類の分析結果（平成10年度）

測定 - No. (バル径)	吸引ガス量 ダスト量	項目	試作部分		既存部分		全体
			[ng/m <sup>3</sup> N]	(%)	[ng/m <sup>3</sup> N]		[ng/m <sup>3</sup> N]
測定-1 (10φ)	1.98 [m <sup>3</sup> N]	PCDDs	55.88	95.5%	2.64	4.5%	58.52
		PCDFs	45.57	92.0%	3.96	8.0%	49.53
	0.00 [g]	DDs/DFs	101.45	93.9%	6.6	6.1%	108.05
		TEQ	1.341	93.9%	0.087	6.1%	1.428
測定-2 (8φ)	1.306 [m <sup>3</sup> N]	PCDDs	50.8	94.2%	3.1	5.8%	53.9
		PCDFs	48.7	92.4%	4.0	7.6%	52.7
	0.00 [g]	DDs/DFs	99.5	93.3%	7.1	6.7%	106.6
		TEQ	1.311	94.1%	0.082	5.9%	1.393
測定-3 (6φ)	0.763 [m <sup>3</sup> N]	PCDDs	40.4	99.0%	0.4	1.0%	40.8
		PCDFs	36.2	97.8%	0.8	2.2%	37.0
	0.00 [g]	DDs/DFs	76.6	98.5%	1.2	1.5%	77.8
		TEQ	1.136	98.1%	0.022	1.9%	1.158
測定-4 (4φ)	0.312 [m <sup>3</sup> N]	PCDDs	16.05	74.9%	5.38	25.1%	21.43
		PCDFs	117.11	91.4%	10.97	8.6%	128.08
	0.00 [g]	DDs/DFs	133.16	89.1%	16.35	10.9%	149.51
		TEQ	1.808	90.9%	0.182	9.1%	1.99
測定-5 (16φ)	2.468 [m <sup>3</sup> N]	PCDDs	16.05	74.9%	5.38	25.1%	21.43
		PCDFs	117.11	91.4%	10.97	8.6%	128.08
	0.00 [g]	DDs/DFs	133.16	89.1%	16.35	10.9%	149.51
		TEQ	2.237	88.4%	0.294	11.6%	2.531
測定-6 (16φ)	2.448 [m <sup>3</sup> N]	PCDDs	15.34	84.8%	2.74	15.2%	18.08
		PCDFs	105.76	91.4%	9.99	8.6%	115.75
	0.00 [g]	DDs/DFs	121.1	90.5%	12.73	9.5%	133.83
		TEQ	2.059	90.2%	0.223	9.8%	2.282

## 2) 考察

H10年度の研究では、試作部分 [プローブ→円筒ろ紙(120℃) →水冷コンデンサー →XAD-2 樹脂] + 既存部分 [ドレンポット→XAD-2 樹脂→インピンジャー] からなる、高ダスト濃度用サンプリング装置 (図 7-4-3) による実機ごみ焼却炉での試験により、下記の事項が明らかになった。

- (1) バグフィルター入口側で高ダスト濃度用サンプリング装置による測定分析試験を行った結果、2~11%のPCDDs/PCDFsがXAD-2樹脂を通り抜けて、既存部分で捕集された。従って、試作部分だけのサンプリングでは問題があることが判明した。
- (2) 高ダスト濃度用サンプリング装置による排ガス試料のダイオキシン類分析の結果、同族体分布が変化した試料があることから、試作部分の [プローブ→円筒ろ紙(120℃)] 間で“de novo synthesis”が起こっている可能性がある。従って、簡易なサンプリング装置には冷却プローブ方式が適していると思われる。
- (3) 同所同時サンプリングした2組の排ガス試料について、前処理の抽出工程における塩酸処理有りとなしとの比較試験を行った結果、両者の差は10%以下であり、塩酸処理無しでもダイオキシン類を十分抽出出来る可能性を示した。

#### 4. 冷却プループ方式の簡易サンプリング装置による試験

##### 1) 試験方法及び結果

平成 11 年度研究では、試作部分 [冷却プループ→ダストチューブ→ XAD-2 樹脂] + 既存部分 [ドレンポット→XAD-2 樹脂→インピンジャー] からなる、冷却プループ方式の簡易サンプリング装置 (低ダスト濃度用サンプリング試験装置) (図 7-4-4) を試作した。熱分解溶融実証プラント (20 T/日) において、バグフィルター入口側 (バグフィルター入口: B/F 入口) と出口側 (煙突) で試作サンプリング装置による排ガス中ダイオキシン類測定分析試験を行った。

排ガスサンプリングは、流速測定用のピトー管に 2 組の冷却プループを抱がせて固定する、二重測定の要領で排ガスサンプリングを行った。この 2 組の排ガス試料について、試作部分と既存部分を別々にダイオキシン類分析を行い、排ガス中ダイオキシン類が冷却プループ方式の簡易サンプリング装置で十分捕捉出来ているかどうかをチェックした。また、試作部分から得られた 2 組の試料は、前処理の抽出工程における塩酸処理有り (厚生省法 = J I S 法) と塩酸処理無し的高速溶媒抽出法 (ASE 法) の比較試験を行った。

ダイオキシン類分析結果は Total の PCDDs, PCDFs, Co-PCBs 及び毒性等量 (TEQ) をまとめて、B/F 入口の結果を表 7-4-2 に、煙突の結果を表 7-4-3 に示した。

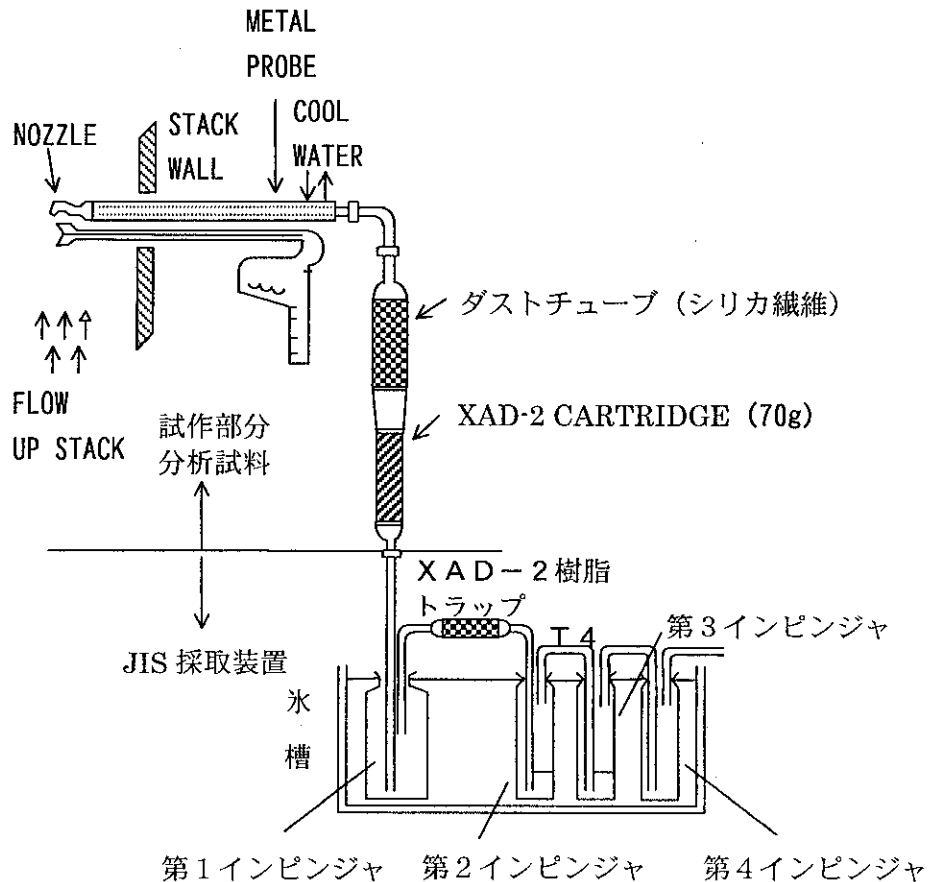


図 7-4-4 低ダスト濃度用サンプリング試験装置  
〔冷却プループ方式の簡易サンプリング装置〕

表7-4-2 排ガス中ダイオキシン類分析結果概要(平成11年度)測定場所: B/F入口

測定場所 RUN No.	試作部分 抽出方法	項目	試作部分		既存部分		全体 [ng/m <sup>3</sup> N]
			[ng/m <sup>3</sup> N]	[%]	[ng/m <sup>3</sup> N]	[%]	
B/F入口 RUN 1-A	A S E法	PCDDs	230	99.6	0.97	0.4	231
		PCDFs	594	99.8	1.00	0.2	595
		Co-PCBs	68.6	99.6	0.30	0.4	68.9
		T E Q	15.85	99.8	0.024	0.2	15.87
B/F入口 RUN 1-B	J I S法	PCDDs	187.7	99.7	0.56	0.3	188.3
		PCDFs	448	99.8	0.92	0.3	449
		Co-PCBs	55.5	99.2	0.45	0.8	55.9
		T E Q	13.35	99.8	0.023	0.2	13.38
B/F入口 RUN 2-A	A S E法	PCDDs	89.5	99.6	0.35	0.4	89.8
		PCDFs	574	99.9	0.79	0.1	575
		Co-PCBs	47.7	99.4	0.27	0.6	48.0
		T E Q	14.46	99.9	0.017	0.1	14.47
B/F入口 RUN 2-B	J I S法	PCDDs	31.4	99.1	0.28	0.9	31.7
		PCDFs	215	99.6	0.88	0.4	216
		Co-PCBs	46.1	99.5	0.25	0.5	46.4
		T E Q	5.97	99.5	0.027	0.5	6.00
B/F入口 RUN 3-A	A S E法	PCDDs	23.0	99.2	0.184	0.8	23.2
		PCDFs	235	99.8	0.373	0.2	235
		Co-PCBs	18.8	98.9	0.218	1.1	19.0
		T E Q	5.75	99.7	0.016	0.3	5.76
B/F入口 RUN 3-B*	J I S法	PCDDs	—	—	—	—	13.81
		PCDFs	—	—	—	—	106.1
		Co-PCBs	—	—	—	—	17.68
		T E Q	—	—	—	—	2.84
B/F入口 RUN 4-A	A S E法	PCDDs	53.2	99.6	0.217	0.4	53.4
		PCDFs	276	99.9	0.283	0.1	276
		Co-PCBs	23.8	99.1	0.212	0.9	24.0
		T E Q	7.58	99.9	0.0055	0.1	7.58
B/F入口 RUN 4-B	J I S法	PCDDs	49.3	99.6	0.176	0.4	49.5
		PCDFs	234	99.8	0.457	0.2	234
		Co-PCBs	21.9	99.1	0.206	0.9	22.1
		T E Q	7.02	99.8	0.0144	0.2	7.04

\* B/F入口 RUN 3-B: 冷却プールの洗浄液を既存部分に合せたため、この試作部分と既存部分の分析結果は採用せず。

## 2) 考察

平成11年度研究では、[冷却プール→ダストチューブ→XAD-2樹脂]方式の排ガスサンプリング装置の適用性について、実機規模のごみ焼却炉で試験し、下記の事項が明らかになった。

- (1) 冷却プール方式サンプリング装置(図7-4-4)の試作部分[冷却プール→ダストチューブ(20~30℃)→XAD-2樹脂]だけのサンプリングで、ダスト濃度1g/m<sup>3</sup>N程度、ダイオキシン類濃度数ng-TEQ/m<sup>3</sup>Nの条件であれば、ダイオキシン類(PCDDs/PCDFs & Co-PCBs)を完全に捕集出来ることが判明した。
- (2) ダイオキシン類濃度1ng-TEQ/m<sup>3</sup>N以下の排ガスでは、ダイオキシン類が10%以上XAD-2樹脂を通り抜けた実測例がみられ、低ダスト濃度における低ダイオキシン類濃度のサンプリングではろ過機能を強化する必要があることが明らかになった。
- (3) 二重測定の排ガス試料について、前処理の抽出工程における塩酸処理有り(J I S法)と無し(高速溶媒抽出法:A S E法)の比較試験を行った結果、アセトン1回・トルエン2回のA S E法により、塩酸処理無しでもダイオキシン類を十分抽出できる

見通しが得られた。

表 7-4-3 排ガス中ダイオキシン類分析結果概要(平成 11 年度)測定場所：煙突

測定場所 RUN No.	試作部分 抽出方法	項目	試作部分		既存部分		全体
			[ng/m <sup>3</sup> N]	[%]	[ng/m <sup>3</sup> N]	[%]	[ng/m <sup>3</sup> N]
煙突 RUN 1-A	A S E 法	PCDDs	0.67	67.0	0.34	34.0	1.00
		PCDFs	2.98	84.7	0.54	15.3	3.52
		Co-PCBs	1.06	68.4	0.49	31.6	1.55
		T E Q	0.067	85.9	0.011	14.1	0.078
煙突 RUN 1-B	J I S 法	PCDDs	0.71	39.7	1.08	60.3	1.79
		PCDFs	3.21	77.6	0.93	22.4	4.13
		Co-PCBs	1.02	76.7	0.31	23.3	1.33
		T E Q	0.072	76.6	0.022	23.4	0.094
煙突 RUN 2-A	A S E 法	PCDDs	0.28	63.6	0.16	36.4	0.44
		PCDFs	2.53	90.0	0.28	10.0	2.81
		Co-PCBs	1.64	93.2	0.12	6.8	1.76
		T E Q	0.052	88.1	0.007	11.9	0.059
煙突 RUN 2-B	J I S 法	PCDDs	3.32	97.6	0.08	2.4	3.40
		PCDFs	6.28	97.7	0.15	2.3	6.43
		Co-PCBs	1.59	89.8	0.20	11.2	1.77
		T E Q	0.253	97.7	0.006	2.3	0.259
煙突 RUN 3-A	A S E 法	PCDDs	0.58	87.9	0.08	12.1	0.66
		PCDFs	3.60	91.7	0.33	8.3	3.92
		Co-PCBs	2.05	93.2	0.15	6.8	2.20
		T E Q	0.065	86.7	0.010	13.3	0.075
煙突 RUN 3-B	J I S 法	PCDDs	0.71	82.6	0.15	17.4	0.85
		PCDFs	2.99	89.5	0.35	10.5	3.34
		Co-PCBs	1.85	93.4	0.13	6.6	1.98
		T E Q	0.068	84.0	0.013	16.0	0.081
煙突 RUN 4-A	A S E 法	PCDDs	0.61	91.0	0.06	9.0	0.67
		PCDFs	6.46	98.3	0.11	1.7	6.57
		Co-PCBs	4.10	96.9	0.13	3.1	4.23
		T E Q	0.087	94.6	0.005	5.4	0.092
煙突 RUN 4-B	J I S 法	PCDDs	0.52	81.3	0.12	18.7	0.64
		PCDFs	4.16	95.0	0.22	5.0	4.38
		Co-PCBs	3.81	97.4	0.10	2.6	3.91
		T E Q	0.080	89.9	0.009	10.1	0.089

## 5. まとめ

現在、排ガス試料中のダイオキシン類は、厚生省の「ダイオキシン類標準測定マニュアル」の通り、‘XAD-2樹脂’、‘円筒ろ紙’、‘吸引プループ洗液’及び‘洗液、ドレン、ジエチレングリコール溶液’の4種の試料を酸処理・溶媒抽出後、各種クリーンアップ処理した試料をGC/MS法により分析している。この分析法では、4種の排ガス試料から粗抽出液を得るまでの前処理工程に人手がかかり、そのため分析費用も高額になる原因となっている。そこで、排ガス試料を固体試料と器具の洗浄液のみにする簡易なサンプリング機器を含む測定方法の開発を行うこととした。

- (1) 実機ごみ焼却炉において、排ガスを[冷却プループ→ダストチューブ→XAD-2樹脂]からなるG f A法と従来(厚生省)法の両法でサンプリングを行い、DXN分析のクロスチェックを実施した。その結果、バグフィルター入口及び出口のDXN測定では、両方の分析結果は良好な一致を示し、G f A法で十分ダイオキシン類を捕集できることが

確認できた。しかし、GfA 法ではサンプリングユニットの後部にもダイオキシン類が通り抜けた事例があり、その適用限界を明らかにする必要があった。

- (2) 実機ごみ焼却炉において、排ガスを [ブルーブ→円筒ろ紙(120℃)→水冷コンデンサー→XAD-2 樹脂] からなるサンプリング装置による測定分析試験を行った結果、2～11%の PCDDs/PCDFs が XAD-2 樹脂を通り抜けるので、問題があることが判明した。
- (3) 熱分解溶融実証プラントにおいて、冷却ブルーブ方式サンプリング装置によるでの試験により、ダスト濃度  $1 \text{ g/m}^3\text{N}$  以上、ダイオキシン類濃度数  $\text{ng-TEQ/m}^3\text{N}$  の排ガス条件であれば、サンプリング装置の試作部分 [冷却ブルーブ→ダストチューブ(20～30℃)→XAD-2 樹脂] だけのサンプリングで、ダイオキシン類 (PCDDs/PCDFs & Co-PCBs) を完全に捕集出来ることが判明した。
- (4) 冷却ブルーブ方式サンプリング装置による排ガスサンプリングでは、ダイオキシン類濃度  $1 \text{ ng-TEQ/m}^3\text{N}$  以下の排ガスでは、ダイオキシン類が 10%以上 XAD-2 樹脂を通り抜けた実測例がみられ、低ダスト濃度における低ダイオキシン類濃度のサンプリングではろ過機能を強化する必要があることが明らかになった。
- (5) 二重測定の前処理の排ガス試料について、前処理の抽出工程における塩酸処理有り (JIS 法) と無し (高速溶媒抽出法: ASE 法) の比較試験を行った結果、アセトン1回・トルエン2回の ASE 法により、塩酸処理無しでもダイオキシン類を十分抽出できる見通しが得られた。

以上の結果から、冷却ブルーブ方式の排ガス採取装置を完成するためには、下記の確認試験が必要である。

- ‘XAD-2 樹脂’ の後に、ろ過機能の高い ‘ポリウレタンフォームプラグ(PUFP)’ 等を装着した [冷却ブルーブ→ダストチューブ→ XAD-2 樹脂→PUFP] からなる排ガス採取装置を試作し、実ガス試験により、ダイオキシン類が PUFP を通り抜けないことを確認する。

#### 〔参考文献〕

- 1) 厚生省生活衛生局水道環境部環境整備課：“廃棄物処理におけるダイオキシン類標準測定分析マニュアル” (1997)
- 2) 環境庁大気保全局大気規制課：“有害大気汚染物質測定方法マニュアル” (1997)
- 3) European Committee for Standardization : EUROPEAN STANDARD, ICS 13.040.40, FINAL DRAFT, “Stationary source emissions - Determination of the mass concentration of PCDDs/PCDFs”. (September 1996)
- 4) 日本工業規格 : JIS K 0311 “排ガス中のダイオキシン類及びコプラナー PCB の測定方法” (1999)

## 7-5 イムノアッセイ法の検討

### 1. イムノアッセイの廃棄物分野への適用について

様々な環境・廃棄物マトリックスの分析手法として、イムノアッセイ (immunoassay) は以下に述べる理由から有効な検出、定量法であると考えられ、検討を行っている。イムノアッセイとは測定対象物質 (抗原) を特異的に認識する抗体を用いた分析方法であり、特にイムノアッセイの一種である酵素免疫法 (Enzyme Immunoassay: EIA) は、抗原抗体反応の結果を、酵素活性の強さで置き換えて発色反応、蛍光反応等で検出する方法であり、その簡便性から汎用されている。

現状では、公定分析法として機器分析法が広く採用されているが、一例としてダイオキシンの定量法についてみると、公定分析法の高分解能ガスクロマトグラフ・質量分析 (GC/HRMS) 法は、①高価で特殊な機器が必要②熟練した技術者が必要③前処理等の煩雑さのため結果を得るまでかなりの時間が必要④コストが高い。等の問題点が指摘されている。

EIAは、上記の公定法における問題点を解決する測定法として基本的な特徴を備えている。EIAは従来、医学分野での応用が主であったが、近年環境、廃棄物分野においても米国の環境保護庁 (EPA) で環境汚染対策の公定分析法として採用されるなど注目されている。米国の環境保護庁 (EPA) におけるイムノアッセイは1) 限界基準値への適合性の指標となる範囲測定またはスクリーニングの結果と、2) アッセイ値という二種類の定量値を算出するために用いられている。

なお、我が国でも平成10年度より開始された外因性内分泌かく乱化学物質 (いわゆる環境ホルモン) の一斉調査においても、女性ホルモンの1種である17βエストラジオールの測定方法としてEIAがガスクロマトグラフ・質量分析法 (GC/MS法) と並んで環境庁のマニュアルに記載されている。

環境、廃棄物分野にイムノアッセイを適用する場合、まず、標準物質や抗原抗体反応における交差反応性の確認のため類縁化合物等を用いて分析法としての正確さ、再現性、検出下限値、定量下限値や抗体の特異性の確認し、公定分析法である機器分析法との相関性等の基礎的な検討、評価を行うことが必要である。また、イムノアッセイの特徴である簡易性、迅速性を活用するため、各種マトリックスに応じた前処理法 (抽出法・精製法等) についても、その目的 (スクリーニングか、アッセイ値か) によっても異なるが、簡易化、迅速化の検討を行う。なお、それぞれのマトリックスごとに定められる法的な基準値、規制値等から、要求される定量 (検出) 下限値が変わってくることはいうまでもない。最終的には各マトリックスごとに前処理法とイムノアッセイの組み合わせで検討、評価し、その結果を踏まえてマニュアルを作成する。

以上は、既存のイムノアッセイキットについて評価、検証し、個別の環境マトリックスの前処理法を検討し、前処理法とイムノアッセイを組み合わせる例であるが、イムノアッセイ系を確立するために抗体作成段階からスタートする場合は、上記に加えて以下に記述する工程の検討を行う。

目的とする対象物質に特異的な抗体を産生させ、特異性の高い抗体を選択する工程と感度をより向上させるために、酵素以外の蛍光物質、放射性物質等で標識を検討する工

程が加わる。

本グループでは、ダイオキシン市販E I Aキットの評価とそのキットを使用した廃棄物試料の前処理法の検討、新たに得られたP C Bモノクローナル抗体による酵素免疫法の評価と実試料の測定の検討、イムノアッセイの感度向上のため、手法のひとつとしてのルシフェラーゼ標識による蛍光法によるイムノアッセイの文献検索、酵素免疫法ではないが新たに開発された時間分解蛍光免疫測定法の原理に基づくダイオキシンキットの評価を行った。以下に概要を述べる。

## 2. ダイオキシン測定キットの評価と前処理（抽出・精製）方法の検討

現在、我が国で市販されているダイオキシン定量用E I Aキットは4種類ある。（上記の時間分解蛍光免疫測定法はまだ開発段階で市販されていない）これらのキットを使用し、飛灰、底灰、土壌等の効果的な前処理法の改良の検討及びイムノアッセイで得られた測定値とG C / M S法での測定値を比較した。その結果、廃棄物試料（E P灰）ではイムノアッセイの測定値とG C / M S法での測定値は、高濃度試料においてはほぼ同等の数値であったが、低濃度試料ではイムノアッセイの値が高い傾向がみられた。なお、高濃度試料での相関係数（ $r^2$ ）は0.97～0.98(キット2種類)と良好であった。また、検討したキットは、2,3,7,8-TCDDを特異的に検出する抗体を使用したイムノアッセイキットであったが、2,3,7,8-TCDDよりもむしろTEQ値との相関性が高い結果が得られ交差反応の影響がかなり顕著であることが示された。

そのため、低濃度域で特に著しくE I Aに影響する正の干渉要素を解明するため、E P灰6試料を用い各精製段階（①ソックスレーによる粗抽出、②硫酸処理、③シリカゲルカラム処理、④アルミナカラム処理の4試料についてE I Aの測定値を比較した。キットの種類によって、その結果は異なり、キットAでは、粗抽出液の測定値が高い値を示しても、1段階精製したものからは、G C / M Sの測定値とほぼ同オーダーの値が得られた。

一方キットBでは、粗抽出液と精製試料がほぼ同じ値を示し、精製過程の途中段階では、低い値が得られた。粗抽出液と最終精製液（アルミナカラム処理液）がトルエン溶媒で、途中段階の硫酸処理液とシリカゲルカラム処理液がn-ヘキサン溶媒であるため、微量の残留溶媒が抗体に影響した可能性があるが、詳細については検討が必要である。

前処理方法についても公定分析法と比較して、より簡便な前処理方法として高速溶媒抽出法の検討を行った。なお、高速溶媒抽出（Accelerated Solvent Extraction : A S E）法と現在一般に呼ばれている抽出方法は、EPA method 3345(1996)に規定され、そこでは高圧流体抽出(Pressurized Fluid Extraction : PFE)と記載されている。装置はDionex社が唯一製造している。土壌および廃棄物試料からA S Eにより前処理した試料とソックスレー法による試料とをG C / H R M S分析により比較した。試料は、土壌3試料、湖の底質のレファレンス値を有する標準試料1試料および飛灰6試料を用いた。土壌および標準試料では、抽出溶媒はアセトンで良好な結果が得られたが、飛灰ではアセトンではほとんど抽出されないことが分かった。そこで抽出溶媒をトルエンに変更したところ、良好な結果を得ることができた。

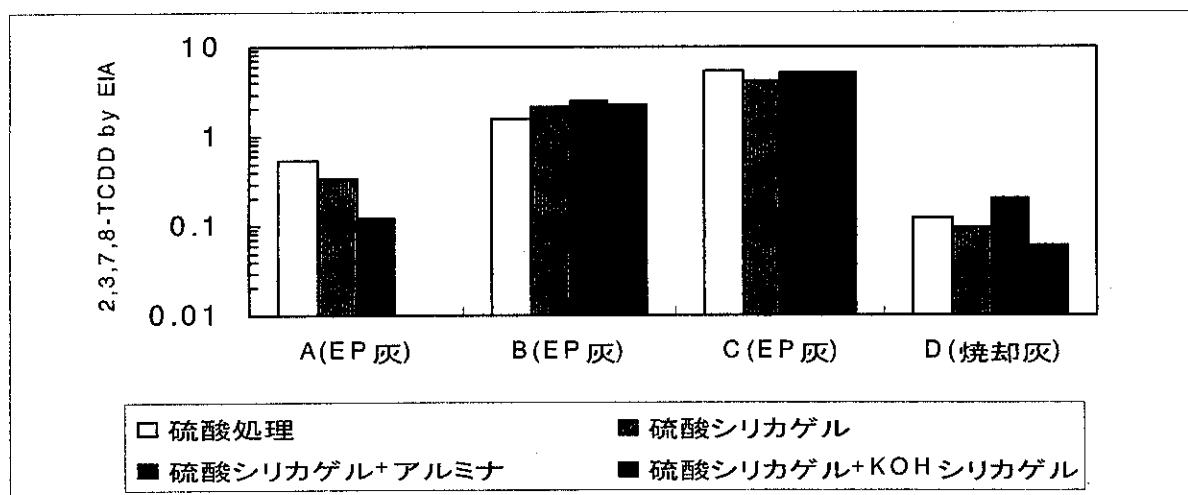
その結果、廃棄物試料(飛灰)では、A S E(高速(加速)溶媒抽出)法の後、硫酸処理を

行い、試料中の妨害成分（色素成分等）を除く前処理操作とイムノアッセイの組み合わせで検討した結果、廃棄物試料での簡易測定法として適用可能との感触を得た。3年目にあたる平成11年度においては、ダイオキシン類に関する特別措置法が成立し、法的規制値から灰試料の場合は、3 ng/g付近の測定が要求されると判断された。今までのデータからEP灰試料での高濃度試料では、粗抽出液でのEIAが可能であるが、3ng/g付近の低濃度域では、正の干渉を取り除くため、精製操作が必要であると思われた。ASE抽出したEP灰3試料、焼却灰1試料について、①硫酸抽出、②硫酸シリカゲルカラム処理、③硫酸シリカゲルカラム処理+アルミナカラム処理、④硫酸シリカゲルカラム+KOHシリカゲルカラム処理の各精製操作を行った検液について、EIAとGC/HRMSの測定値を比較した。結果はEIAの測定値は、どの精製操作とも大きな差がなく、GC/HRMS測定値との相関も2,3,7,8-TCDD, Total-TEQいずれについても、相関係数（ $r^2$ ）は、0.92とほぼ良好であったことから、精製操作としては、最も簡便な粗抽出液を硫酸シリカゲルカラム処理したものが適していると判断された。したがって、この前処理方法とEIAを組み合わせることで、GC/HRMS分析値と良好な相関を持つ測定値が得られることが分かった。

廃棄物試料について試料の前処理方法も含めたEIAによる分析法のマニュアルを作成する予定である。

表7-5-1 精製工程別の各試料の測定値

Sample	硫酸処理	硫酸シリカゲル	硫酸シリカゲル+アルミナ	硫酸シリカゲル+KOHシリカゲル
	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
A(EP灰)	0.55	0.34	0.12	0.01
B(EP灰)	1.6	2.2	2.5	2.3
C(EP灰)	5.5	4.1	5.2	5.2
D(焼却灰)	0.12	0.096	0.2	0.059





- 1 : ASE+硫酸シリカゲル+EIA  
 2 : ASE+GC/HRMS

2,3,7,8-TCDD

Sample	1	2
	ng/g	ng/g
A(EP灰)	0.34	0.021
B(EP灰)	2.2	1.3
C(EP灰)	4.1	3.1
D(焼却灰)	0.096	0.016

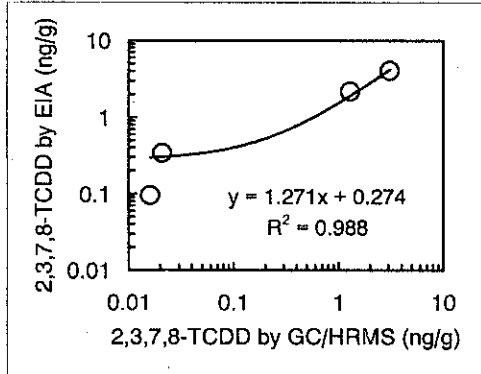


図7-5-2 2,3,7,8-TCDDのEIA値とGC/HRMSの相関

- 1 : ASE+硫酸シリカゲル+EIA  
 2 : ASE+GC/HRMS

Sample	1	2
	ng/g	ng-TEQ/g
A(EP灰)	0.34	0.66
B(EP灰)	2.2	14
C(EP灰)	4.1	30
D(焼却灰)	0.096	1.1

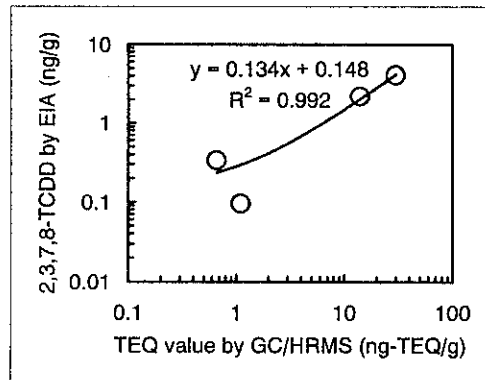


図7-5-3 2,3,7,8-TCDDのEIAの値とGC/HRMSによるTEQ値の比較

### 3. PCBのモノクローナル抗体の測定系の評価

平成11年7月にダイオキシン特別措置法が成立に伴い従来ダイオキシン類のTEQ値を算出する時に含まれていなかったコプラナーPCBもダイオキシン類として取り扱われるようになった。コプラナーPCB異性体のうち比較的TEF（毒性等価係数）の大きい3異性体（PCB-#77, PCB-#126, PCB-#169）に特異的なモノクローナル抗体を産生する細胞株を分離することができたのでその評価を行った。なお、一般的なモノクローナル抗体の作製手順を参考までに以下に記載する。

一般的な環境汚染化学物質は、分子量が1,000未満であり、それ自体は免疫原性がないので、宿主の動物に投与しても抗体の産生はみられない。そこで、担体（キャリアーともいう高分子物質で、それ自体が免疫原性を持つ物質：通常ウシアルブミンやヘモシアニン等を使用）と、環境汚染化学物質とを結合させたものを合成し動物に投与する。なお、このとき環境化学物質に相当する低分子部分をハプテンと呼び、ハプテンと特異的に結合する抗体を産生させることを目的としている。免疫原を投与された動物（通常はマウスを使用）は、ハプテンに対する抗体、キャリアーに対する抗体、ハプテンおよびキャリアーに対する抗体等、多種類でかつ特異性の異なる抗体を産生する。通常、抗体である免疫グロブリンGが産生のピークを迎える投与10数日後に、当該動物の血清を採取し抗体の産生を確認する。なお、高い血中抗体価を得るためには通例免疫原を反復投与する。動物のBリンパ球（B細胞）が抗体産生細胞となって抗体が産生される。1個の抗体産生細胞はタンパク化学的に単一のアミノ酸配列を持つ抗体を産生している。動物の個体では、同一の抗原に対して複数の細胞抗体産生細胞（ポリクローン）が存在するので抗原に対する特異性の異なる複数の抗体を産生されることになる。この動物個体の血清を精製すると、抗体としてアミノ酸組成、配列の異なるタンパク質の混合物が得られるのでポリクローナル抗体といわれる。

血清中に抗体が確認された動物の免疫系組織である脾臓の細胞を分離し、腫瘍細胞と細胞融合する。脾臓から分離した抗体産生細胞は不死性がないため、腫瘍細胞と融合させ不死性を獲得させる。この融合細胞を1個ずつマイクロテストプレートの各穴に撒いて培養し、その培養上清に分泌される抗体について、目的とするハプテンに対し高い結合性を持つ抗体を産生している細胞を選択する。目的にあった抗体を産生している細胞を取り出し培養し増殖させる。その培養上清について、目的とする化学物質と類似化学物質に対する交差反応性の低い抗体を産生する細胞を選択する。このようにして得られた細胞は元来1個の細胞（モノクローン）であるので、これらの細胞群が産生する抗体はアミノ酸配列、組成が同一のタンパク質で、その抗原に対する特異性等も同等なものが得られる。この抗体をモノクローナル抗体という。培養上清をカラムクロマトグラフィー等で精製し検討に供した。

このようにして得られたモノクローナル抗体については、特異性（構造類似の化合物に対する交差反応性）と検出下限値の確認を行った。その結果のまとめを以下に示す。

PCB-#77を感作した群よりPCB-#77特異的クローンが分離できた。またPCB-#77を感作した群よりPCB-#126特異的クローンが分離できた。なお、PCB-#126を感作した群からは、PCB-#126特異的クローンは分離できなかった。PCB-#169を感作した群より、PCB-#77とPCB-#126に交差がみら

れるもののPCB-#169に特異なクローンが分離できた。なお、いずれの抗体もピフェニル、モノクロロピフェニルとの交差性はみられなかった。なお、PCB-#169由来クローン抗体はトリクロロピフェニルとの交差性は認められなかった。

20%阻害を抗原濃度の検出限界値とした場合、各測定系の本条件下における検出限界値は、PCB-#77測定系では、 $8.08 \times 10^{-8} \text{M}$  (23.0ppb に相当、アッセイ系あたりの検出限界値：0.59ng)、PCB-#126測定系では、 $2.10 \times 10^{-8} \text{M}$  (6.85ppb に相当、アッセイ系あたりの検出限界値：0.17ng)、PCB-#169測定系では、 $1.22 \times 10^{-8} \text{M}$  (4.40ppb に相当、アッセイ系あたりの検出限界値：0.11ng)であった。

実試料での検討は、トランス油のPCBを含むものを用いて行った。DMSOで10,000倍に希釈した鉱油、アルカリ処理トランス油に、コプラナーPCB (PCB-#77, PCB-#126, PCB-#169) を最終濃度 $1 \times 10 \mu\text{M}$ ,  $0.3 \times 10 \mu\text{M}$ になるように添加して、EIAの試料とした。回収率は、PCB-#77の測定系では、鉱油 (109.1%)、処理後のトランス油 (107.6%) であり、同様にPCB-#126の測定系では鉱油 (49.8%)、処理後トランス油 (45.4%)、PCB-#169の測定系では鉱油 (76.3%)、処理後トランス油 (61.8%) であった。PCB-#77抗体は交差性も比較的良好であった。PCB-#126抗体は、回収率はPCB-#77より悪く、PCB-#169抗体は、PCB-#126との交差が認められた。本検討はトランス油にコプラナーPCBを添加した試料による予備検討であり、またDMSOで希釈しないトランス油中のコプラナーPCBの測定には適用できる状況に至っていない。

表7-5-2 PCBを添加したミネラルオイル、アルカリ処理油中のPCB添加回収試験

測定系	添加PCB	添加回収率(%) (測定PCB(M)/添加PCB(M))	
		ミネラルオイル 添加PCB濃度( $\mu\text{M}$ )	処理後油 添加PCB濃度( $\mu\text{M}$ )
PCB-#77	PCB-#77	109.1	107.6
	PCB-#126	15.6	8
	PCB-#169	6.7	4.2
PCB-#126	PCB-#77	13.7	9.1
	PCB-#126	49.8	45.1
	PCB-#169	1.9	0.3
PCB-#169	PCB-#77	12.6	15.5
	PCB-#126	56.2	59.3
	PCB-#169	76.3	61.8

#### 4. 新しい測定原理に基づくダイオキシン測定キットの評価

イムノアッセイ法の感度を上げるため、酵素免疫法で可視部の発色によらずに蛍光による検出を行う方法があり、その関連の文献調査を平成10年度に行った（平成10年度報告書参照）。さらに酵素免疫法ではないが、時間分解蛍光免疫測定法の原理に基づくダイオキシンキットの評価を行った。時間分解蛍光免疫測定法（Time-Resolved Fluoroimmunoassay：TR-FIA）に基づくTCDDキットカタログによる内容は以下のとおりである。（HYBRIZYME社製）は、2,3,7,8-TCDD、2,3,7,8-TCDFに特異的な抗体を使用し、検出限界、2.4ppb 2,3,7,8-TCDD メタノール中、標識物質Eu（ヨーロッパウム：ユウロピウム、希土類元素）のキレート体の蛍光寿命が長いことを利用することから、バックグラウンドの影響を低減できる。TCDDのEu標識体と試料中のTCDDとの競合により、Eu標識体の量をキレート剤を添加後、励起光(350nm) 615nmの長波長蛍光で測定することから、共存物質の影響を受けにくいという特徴を持つとされている。そこで既存EIAキットの持つ問題点が解消される可能性が期待できる。TR-FIA法について、環境試料中のダイオキシン類の簡易測定法としての適用可能性を評価した。

検討内容は、検量線の作成（2,3,7,8-TCDD）による定量可能範囲の検証および再現性の確認。1,2,3,4-TCDD&TCDF、1,3,6,8-TCDD、2,3,7,8-TCDF、2,4,6,8-TCDF、1,2,3,7,8-PCDF、1,2,3,7,8-PCDF、2,3,4,7,8-PCDF、1,2,3,6,7,8-HCDF、1,2,3,4,6,7,8-HCDD および 1,2,3,4,6,7,8-HCDF を使用した交差反応性の確認、土壌および灰を試料とした実試料（粗抽出液）の測定とクリーンアップ効果の確認を行った。

結果は以下のとおりであった。検量線の直線範囲は 0.05~0.4ng/well(標準液濃度 5~40ng/ml, 液量 10 $\mu$ l)で、既存の市販 EIA キットの約 0.06~0.5 ng/tube(同 10 $\mu$ l)とほぼ同等であり、感度の優位性は認められなかった。

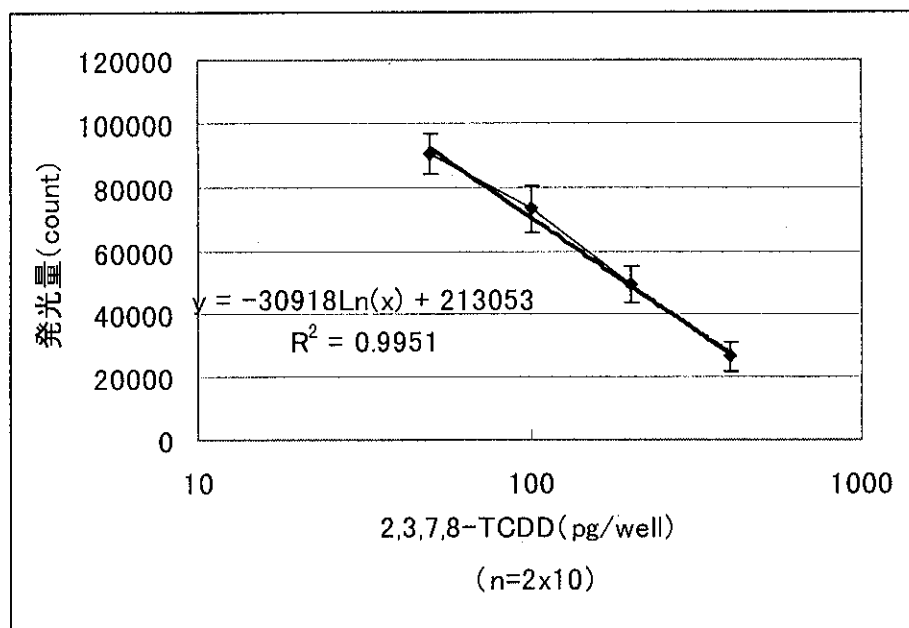


図7-5-4 蛍光イムノアッセイ法の検量線