

4. まとめ

7月25日、27日および8月17日にヘリコプターによる気温と大気汚染物質、パイロットバルーンによる風の鉛直分布の調査を実施した。その結果をとりまとめるとつぎのとおりである。

- (1) 7月25日、27日は太平洋高気圧が北に偏り、下層から上層にかけて東～北寄りの風が吹き、曇～小雨で一時晴間があるといった天候で、気温の逆転もなく、オキシダントの高濃度の出現はなかった。
- (2) 8月17日は、本州が太平洋高気圧の圏内にあって、気圧傾度が小さいこと、日射量が多く、また南風が入ったこと、気温の逆転が低いところにあったことなどオキシダント高濃度出現の条件が幾つか重なったため、非常に大規模な汚染の発生した日で県内10ヶ所のオキシダント測定局のうち6ヶ所でオキシダント濃度0.015 ppm をこえ、最高は川口保健所の0.23 ppm であった。
- (3) この日の汚染質や気象の立体調査の結果、海風の侵入の状況が立体的にとらえられ、下層から上層に南風が本県に入ってくる構造を確認できた。また、汚染質の立体調査の結果、オゾンといおう酸化物濃度は、地上から上空1,000 mまではほぼ一定であった。

(6) 煙道排ガス中のPCBに関する研究

緒言

近年PCB(ポリ塩化ビフェニール)による汚染が著しく、鳥、魚等の生物、低質、土壌、水質等の実態調査は数多くなされ、全国的に高濃度の汚染が進んでいることは明らかであり、大きな公害問題となっている。しかし煙道排ガス中あるいは大気中のPCBの調査は少なく、特に煙道排ガス中の調査はわずかであり、汚染の正確な把握がなされていない。そこで我々はゴミ焼却場の煙道排ガス中のPCB調査を目的に実態調査と採取法の検討を若干行なった。大気中あるいは煙道中のPCBの採取法としては現在、固相吸着法、ヘキサン・ベンゼン等を用いたインピンジャー、吸収ビンあるいはHVエアサンプラー等が用いられている。しかし固相吸着法ではゴミ焼却場の排ガスのように多量の水分とばいじんを伴う場合、捕集効率に問題があり、またヘキサン・ベンゼン等の沸点の低い溶媒を使う方法では揮散が多く、煙道排ガスのように温度が高い場合、長時間吸引することが困難である。またH・Vエアサンプラーは環境大気中の採取方法である。

我々はこの問題を解決するために、ガラスウールをつめたチューブと高い沸点の有機溶媒を用いた吸収ビンの組合せによる採取方法を検討し、その後2ヶ所のゴミ焼却場の実態調査を行った。

ト
る。
吸
の
く、
の
ト
か
ン
質
公
排
煙
の
収
ガ
の
る
い

実験1 吸収液からの二塩化ビフェニールの抽出

大気中あるいは煙道排ガス中のPCBを吸収液に捕集させ、この吸収液からPCBを抽出するわけだが、吸収液に捕集されたPCBが完全に抽出されなければならないので、吸収液に一定量のPCBを加え、その液から抽出実験を行った。

吸収液は比較的高沸点で、水によく溶け、ヘキサンとの分離のよい有機溶媒を用いた。

(1) 実験方法

吸収液はグリセリン5%、10%、エチレングリコール5%、10%、n-プロピルアルコール10%、20%を用い、対照として蒸留水を用いた。これらの吸収液を分液ロートに160ml入れ、アセトンに溶解した標準試薬の二塩化ビフェニール10μgを加えて振盪し、n-ヘキサン40mlで10分間振盪抽出する。これをさらに2回新しいヘキサンにて振盪抽出する。ヘキサン層を合せ、水洗いをおこないそしてガスクロに供した。

PCBの定量はすべてピークの高さの和をもって行った。

(2) 実験結果及び考察

結果は表1のようであった。吸収液はグリセリン、エチレングリコール、n-プロピルアルコール、蒸留水ともn-ヘキサンによるPCBの抽出は良好であった。

表1. 吸収液からの二塩化ビフェニールの抽出

吸収液の種類	添加量 μg	測定値 μg	抽出率%	抽出率平均%
グリセリン 5%	10	10.3	103	9.0
	10	9.5	95	
10%	10	9.9	99	101.0
	10	10.3	103	
エチレン グリコール 5%	10	10.2	102	101.0
	10	10.0	100	
10%	10	9.9	99	100.5
	10	10.2	102	
n-プロピル アルコール 10%	10	9.6	96	98.5
	10	10.1	101	
20%	10	9.7	97	98.5
	10	10.0	100	
蒸留水	10	9.9	99	97.5
	10	9.6	96	

実験 2. 吸収ビンによる PCB ガスの回収

四種の吸収液からの抽出が良好であったので、これら吸収液を用いて、回収実験を行った。一定量の PCB を加熱して気化し、これを吸収ビンで捕集し、その吸収液から PCB を抽出する回収実験を行った。

(1) 実験方法

図 1 のような実験装置を組み立て、吸収ビンに吸収液 160 ml 入れ、フラスコ中には二塩化ビフェニールを入れる。そして流量 1.1 l/min で吸引し、フラスコは 240°C で 5 時間加熱した。加熱後、フラスコに残った PCB と第 1 吸収ビン、第 2 吸収ビンの吸収液を別々に分析した。

(2) 実験結果及び考察

供試した PCB は塩素数が少なく、気化しやすい二塩化ビフェニールを用いたが、熱源が電熱のため 240°C までしか加熱できなかったため、フラスコに残った PCB は 30% 前後であった。吸収液の種類別にみると、第 1 吸収ビンと第 2 吸収ビンの捕集率の合計において、蒸溜水はかなり少なく、60% 位であった。その他の吸収液は n-プロピルアルコール 10% がやや捕集率が少ないほかは 94% 位であり、グリセリン 10% が捕集率 96% 以上であり最も優れていた。吸収液の濃度についてみると、グリセリン、エチレングリコール、n-プロピルアルコールとも濃度が濃い方がわずかに捕集率が良いようである。

第 1 吸収ビンの捕集率は蒸溜水を除いては 80% 以上の吸収液が多く、第 2 吸収ビンの捕集率はどの吸収液も 10% 前後で少なかった。吸収された PCB の第 1 吸収ビン、第 2 吸収ビンに対する捕集分配率をみると、第 1 吸収ビンに 85~90% 位分配されており、蒸溜水において第 2 吸収ビンの捕集分配率が他の吸収液に比べてやや多いようである。以上のことから沸点が高く、揮散が少なくまた捕集率も最も優れているのでグリセリン 10% 溶液が適当であると考えられる。

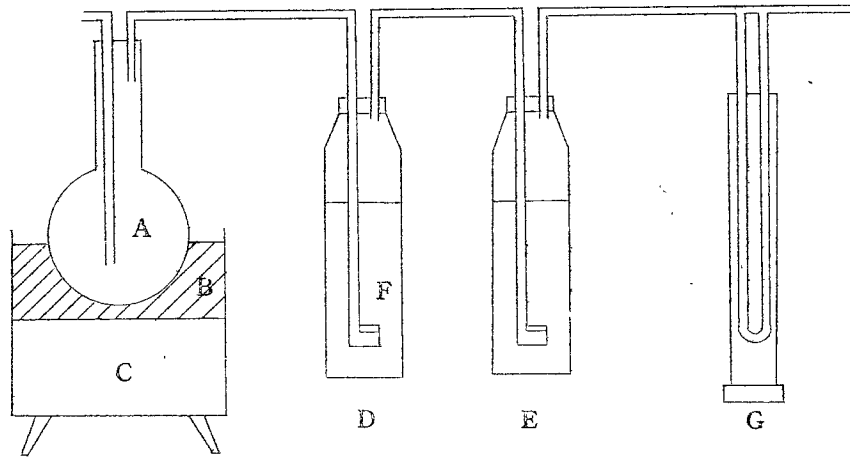
実験 3. チューブと吸収ビンの組合せによる PCB ガスの回収

実験 1. 2 により、グリセリン 10% 溶液を用いた吸収ビンによる方法が優れていることが明らかになったが、実際の煙道排ガス中の PCB を採取する場合、多量のばいじんを伴うため、吸収ビンのガラスフィルターが目づまりする恐れがあるので、吸収ビンの前にガラスウールをつめたチューブを置く方法を検討した。

(1) 実験方法

装置は実験 2 に示した装置で大体同じであるが、フラスコと第 1 吸収ビンの間に、図 2 に示した様な、n-ヘキサンで良く洗浄したガラスウールをつめたチューブを置いた。吸収液にはグリセリン 10% 液を用いた。フラスコ中に二塩化ビフェニール 10 μg 入れ、実験 2 と同様

図1 回収実験の装置



- A フラスコ
- B 砂
- C 電熱
- D 第1吸収ビン
- E 第2吸収ビン
- F ガラスフィルター
- G 流量計

一回

酸化
間加
て分

が電
であ
蒸溜
ろが
り最
ロピ

捕集
収ビ
にお
ら沸
であ

らか
ビン
ュー

に示
には
同様

表2. 吸収ビンによるPCBガスの回収

吸収液の種類	供試量		第1吸収ビン μg	第2吸収ビン μg	捕 集 率 %						捕集分配率%			
	μg	μg			第1平均	第2平均	平均	合計	平均	第1	第2			
グリセリン 5%	10	24	6.2	1.1	81.6	14.5	96.1	84.9	15.1	80.3	13.6	93.9	86.1	13.9
	10	29	5.6	0.9	78.9	12.7	91.6	86.1	13.9	86.4	10.4	96.8	91.8	8.2
グリセリン 10%	10	24	6.7	0.6	88.2	7.9	96.1	91.8	8.2	86.4	10.4	96.8	86.9	13.1
	10	2.2	6.6	1.0	84.6	12.8	97.4	86.9	13.1	85.8	7.9	93.7	90.6	9.4
エチレンジグリコール 5%	10	3.3	5.8	0.6	86.6	9.0	95.6	90.6	9.4	85.8	7.9	93.7	92.6	7.4
	10	27	6.2	0.5	84.9	6.8	91.7	92.6	7.4	86.2	8.6	94.7	89.9	10.1
エチレンジグリコール 10%	10	2.5	6.2	0.7	82.7	9.3	92.0	89.9	10.1	86.2	8.6	94.7	92.0	8.0
	10	23	6.9	0.6	89.6	7.8	97.4	92.0	8.0	80.2	10.7	90.8	89.2	10.8
n-プロピルアルコール 10%	10	3.0	5.5	0.8	78.6	11.4	90.0	87.3	12.7	80.2	10.7	90.8	86.4	13.6
	10	2.9	5.8	0.7	81.7	9.9	91.6	89.2	10.8	83.4	10.1	93.5	92.1	7.9
n-プロピルアルコール 20%	10	3.1	5.7	0.9	82.6	13.0	95.6	86.4	13.6	83.4	10.1	93.5	92.1	7.9
	10	3.1	5.8	0.5	84.1	7.2	91.3	83.4	7.9	52.4	11.0	63.4	83.4	16.6
蒸溜水	10	28	3.5	0.7	48.6	9.7	58.3	83.4	16.6	52.4	11.0	63.4	83.4	16.6
	10	2.7	4.1	0.9	56.2	12.3	68.5	82.0	18.0	52.4	11.0	63.4	82.0	18.0

蒸溜水	83.4	16.6
	63.4	82.0
	58.3	68.5
	11.0	
	9.7	1.23
	52.4	
	48.6	56.2
	0.1	0.9
	4.1	
	2.7	
1.0		

に加熱し、このガスを捕集し吸収液を分析した。

チューブの中のPCBの分析は、エチルアルコールを用いて、ソックスレー抽出器にて6時間抽出を行なった後、そのエチルアルコール抽出液に蒸留水を加え、n-ヘキサンで振盪抽出し以下前記と同じ様に分析した。

フラスコ中のPCBはエチルアルコールを加えて振盪し、この液からn-ヘキサンでPCBを前と同じ様に抽出した。

実験は三塩化ビフェニールについても同様に検討したがこの場合は、熱源はブンゼンバーナーを用いて400℃位に直接加熱した。

(2) 実験結果及び考察

結果は表3に示すように、二塩化ビフェニールを用いた回収実験においては、系全体として捕集率は96%位で良好であった。ガラスウールをつめたチューブの捕集率は高く83%位であり、PCBのように比較的沸点の高い物質は常温では液体であり、熱せられてガスとして揮散しても、ガラス管を伝って来るうちに冷され、ミスト状のものが、ガラスウールの層にとらえられると考えられる。また第1吸収ビンの捕集率は低く、13%であり、第2吸収ビンのPCBはTrであった。これは同様の理由により、ガラスウールに捕えられたPCBが、毎分1.1ℓ、5時間位の通気では、ガラスウールから再び揮散して吸収ビンに移る量が少くないことを示していると考えられる。三塩化ビフェニールの回収実験においては、熱源がガスバーナーであり、かなり温度が高かったので、供試したPCBの90%位が揮発した。捕集率は二塩化ビフェニールと同様に高く、特にチューブにおける捕集効率が高かった。以上のことから、チューブによる捕集率は高く、チューブと吸収ビンの組合せでPCBは充分に捕集されることが明らかになった。

実験4. 感圧紙の燃焼に伴うPCBガスの回収

実際の煙道排ガス中のPCBの採取においては、ばいじん、タール分等が伴うので、この問題を検討するために、PCB以外の防害物質を含む感圧紙をフラスコ中で燃焼させてチューブと吸収ビンの組合せによる回収実験を行った。なお供試した感圧紙のPCB濃度を調べるために、感圧紙の分析も行なった。

(1) 実験方法

装置は実験3と大体同じであるが、吸収ビンは3個用いた。フラスコ中に感圧紙2枚を入れ、バーナーにして約400℃位に加熱して6時間燃焼させた。吸収液は10%グリセリン液を用いた。フラスコ中及びチューブ中のPCBの分析は実験3と同様であるがアルカリ分解とシリカゲルによるクリーンアップをつけ加えた。

図2 ガラスウールをつめたチューブ

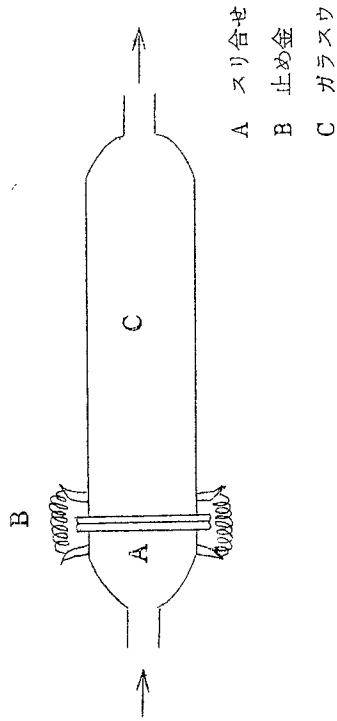


表3. チューブと吸収ビンとの組合せによるPCBガスの回収

供試したPCBの種類	供試量 μg	フラスコ μg	チューブ μg	第1吸収 ビン μg	第2吸収 ビン μg	捕集率 %			捕集分配率 %			
						チューブ	第1	第2	合計	チューブ	第1	第2
二塩化ビフェニル (240℃)	10	2.2	6.4	1.2	Tr	82.1	15.4	0	97.5	84.2	15.8	0
	10	2.7	6.1	0.8	Tr	83.6	11.0	0	94.6	88.4	11.6	0
三塩化ビフェニル (400℃)	10	1.1	7.4	1.1	Tr	83.1	12.4	0	95.5	87.0	13.0	0
	10	0.8	7.9	1.1	Tr	85.9	12.0	0	97.9	87.7	12.3	0

10 1.1 1.4 1.1 Tr 83.1 12.4 0 95.5 87.0 13.0 0	1.0 0.8 7.9 1.1 Tr 85.9 12.0 0 97.9 87.7 12.3 0	10 1.1 1.4 1.1 Tr 83.1 12.4 0 95.5 87.0 13.0 0	
		1.0	0.8

吸収ビン中のPCB分析は、やはり前と同じであるがクリーンアップもおこなった。

感圧紙中のPCB分析は、感圧紙1枚を精坪しコルベンに入れ、直接アルカリ分解をした後、
n-ヘキサンで抽出し、濃縮、シリカゲルでのクリーンアップ、また濃縮という操作をおこな
いガスクロに供した。

(2) 実験結果及び考察

結果は表4.5及び図3.4のようであった。図4から明らかなように、感圧紙に含まれて
いたPCBは三塩化ビフェニールであり含有量は紙によってバラツキがあるが、23PPm位
であった。ピーク別にみると標準のPCBに比べ μ 4のピークが高く、 μ 8以下のピークが低
い傾向が認められた。

感圧紙を加熱してガス化して捕集したものについてみると、図3から明らかなようにチュー
ブに捕集されたPCBのピークは標準のPCBに比べ μ 1.2.4のピークが高く、 μ 8以下
のピークが低い傾向にあり、感圧紙のPCBとほとんどピークの形が変わらず、400℃位の熱
ではPCBの変化はないと考えられる。感圧紙のPCB含量が個々の紙によって違うので、供
試したPCBの量がわからず、捕集率は計算出来ないが、第2、第3吸収ビンのPCBがTr
及びNDであることから、チューブと吸収ビン2個の組合せで、100%に近い捕集効果があ
ると考えてよいと思う。捕集分配率をみると、チューブの分配率が90%以上で実験3に示し
た標準の三塩化ビフェニールを用いた実験に比べ高かった。この理由としては感圧紙の場合は
燃焼により、カーボンやタール分、PCB以外の溶媒がかなりガラスウールに附着し、ガラス
ウールのフィルターとしての効率を高めているためと考えられる。なお、フラスコ、チューブ
吸収ビン中のPCBの合計は感圧紙のPCBの平均に近い値が得られた。

以上のことから、ばいじんを伴うガスについては、ガラスウールをつめたチューブとグリセ
リン10%液の吸収ビンの組合せによってPCBを採取することが適当であると考えられる。

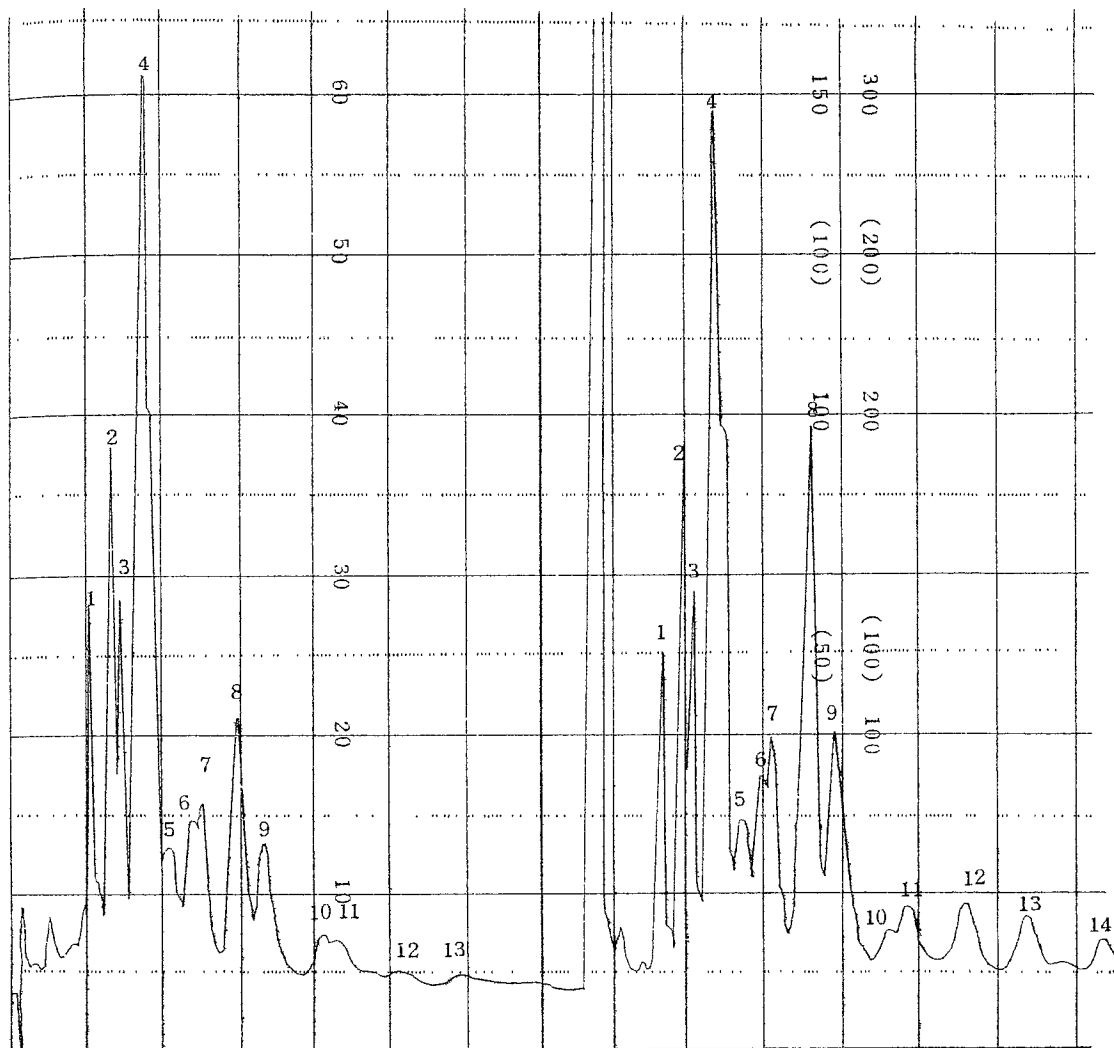
表 4. 感圧紙の燃焼に伴う PCB ガスの回収

供試した 紙の重量 g	フラスコ μg	チューブ μg g	第 1 吸収 ビン μg	第 2 吸収 ビン μg	第 3 吸収 ビン μg	合 計 μg	P C B 濃度 ppm	捕 集 分 配 率 %			
								チ ュ ー ブ	第 1 第	第 2 第	第 3 第
20996	1.5	45.2	1.9	ND	ND	48.6	231	96.0	40	0	0
20839	1.0	43.0	3.8	Tr	ND	47.8	22.9	91.9	7.0	0	0

表 5. 感圧紙の PCB

供試した紙の 重量 g	P C B 含有 量 μg	P C B 濃度 PPm	平 均 %
1.1037	23.3	21.1	

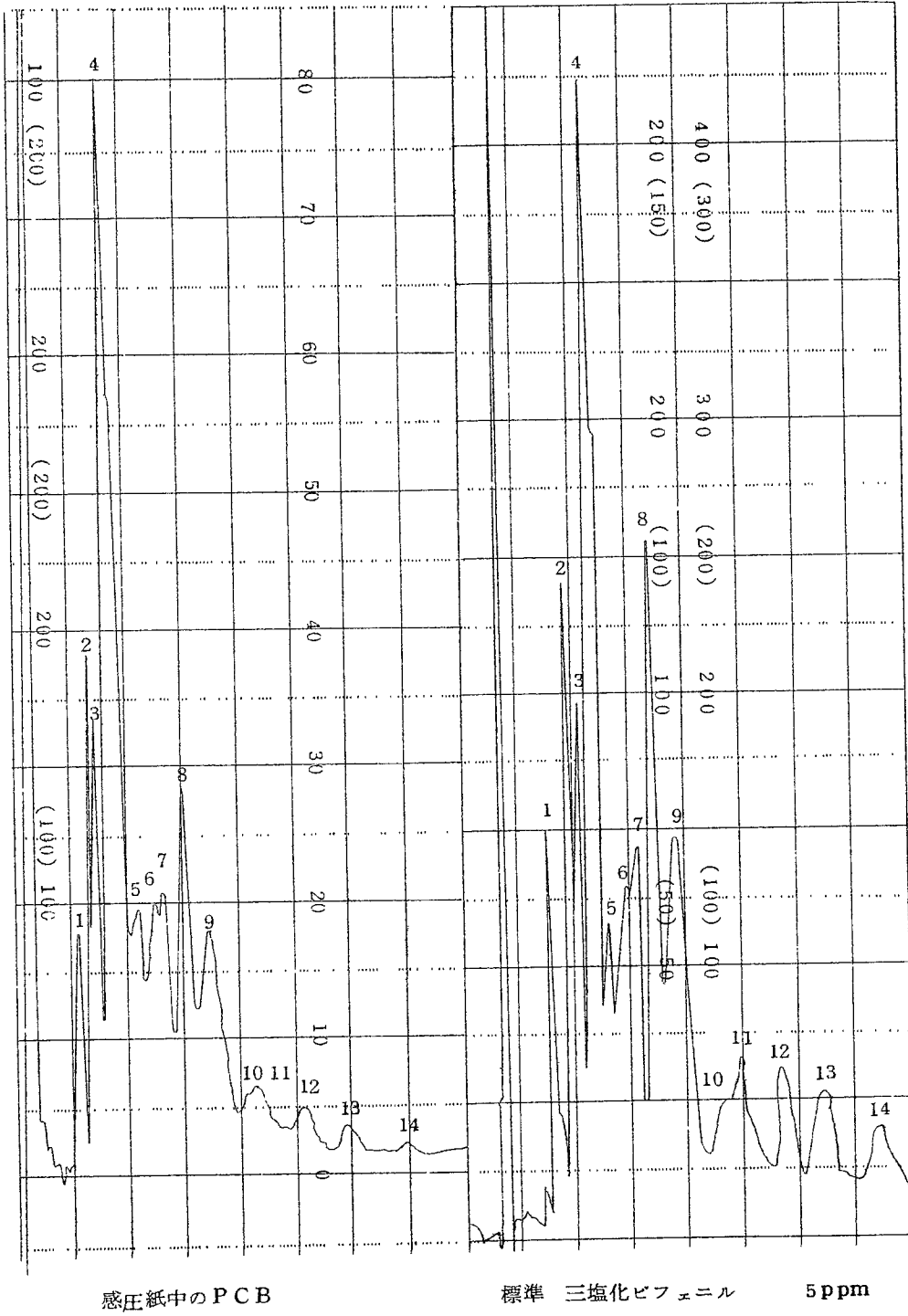
図3 感圧紙の燃焼に伴うPCBガス及び標準のピーク



チューブ中のPCB

標準三塩化ビフェニール

図4 感圧紙のPCB及び標準のピーク



F
流
調
の
ス
は
1
と
言
F
)

前に記述したようにPCBの捕集実験が良い値が得ることができたので、次に実際に煙道でのPCB採取を試みた。ゴミ焼却場を対象として、2ヶ所ほどおこない同時に、沈殿層の底質、そこに流れ込む排水、及びゴミを焼却した後の灰も採取して分析を行った。

(1) 採取方法及び分析方法

調査 1

煙道からの採取装置は図5のように設置し焼却場なので水分が多いと考え、チューブと吸収ビン)の間にトラップを設置し、粉じん、水分が吸収液の方に行かないようにした。またガラス管とガラス管とのつなぎ手はすり合せにしてあるが、チューブとトラップの間や吸収ビンと吸収ビンとの間はテフロンチューブを使用した。

吸収ビンは2本並べ、第1吸収ビン、第2吸収ビンとし、それぞれ別に分析した。吸収液量は10%グリセリン160mlで流量及び吸収時間は4~6l/分、約4時間吸引した。

分析方法はチューブ(採取管も含む)と吸収液とに分け、別々に分析をおこない、室内実験の時と同じ方法で分析した。

調査 2. 排水分析

検体3lを3l用の丸底フラスコに半分ずつ分け、それぞれにn-ヘキサン50mlを加え10分間振盪抽出する。この操作をさらに2回行ない、n-ヘキサン層を合わせ、水洗いの後、脱水をおこない、KD濃縮器にて5mlまで濃縮し、シリカゲルにてクリーンアップをおこない、また濃縮してガスクロに供した。

調査 3. 灰の分析

) 採取した灰から、石礫、不純物を取り除き均一にして100g精秤し、500mlの丸底フラスコに入れ、最初にn-ヘキサン100mlを加へ、検体を湿润させ、それからさらにn-ヘキサン50mlを加へ、10分間振盪抽出させる。静置後、傾斜法によりヘキサン層を300mlの分液ロートに移す。残査はさらにn-ヘキサン50mlを加え同じ様に抽出する。n-ヘキサン層を合せ、水洗いを行い脱水し、以下前記と同じようにしてガスクロに供する。

調査 4. 底質の分析

石礫、粗大有キ物などを除き、できるだけ均一にして30gを分解フラスコに採取し、アルカリ分解を行った後、n-ヘキサンで抽出する。

(2) 実験結果及び考察

表6の結果からわかるように、PCBは吸収液では検出されなく、そしてPCBがほとんどチューブの所で捕集されたことがわかる。

実際にガスクロにかけると、PCBのピークが一部分けたり、無かったり、また違うピークが現われて、標準と合せるのに苦労した。高温(約600℃)でゴミが処理されているのでPCBが変形してくるのだと思う。

環境庁大気保全局の資料による排出許容限度と比較すると今回おこった、この2ヶ所の焼却場は濃度ははるかに低い。このことは焼却場は家庭廃物の焼却が多いためと考えられる。底質を除き、灰や排水にはPCBはほとんど検出されなく、これは焼却場からのPCB排出濃度がいかに低いかということがわかる。

表6

	採取年月日	チューブ(採取管含む)	吸収液	灰	排水	底質
川越 焼却場	昭和 48年2月27日	1回目 0.01 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	a N. D $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	ppm N. D	ppm N. D	ppm 0.16
			b N. D			
		2回目 0.29	a N. D			
			b N. D			
志木 焼却場	3月7日	1回目 0.28	a N. D	0.02	N. D	0.17
			b N. D			
		2回目 0.30	a N. D			
			b N. D			

(註) 吸収液の a, bとは第一吸収ビン、第二吸収ビンのことである。

図5

