

大気用 PFAS サンプラーを用いた PCBs の測定

○小泉 圭¹, 田邊 真一¹, 遠藤 允泰¹, 大岡 幸裕², 小倉 伸夫²

(¹ 株式会社クレハ分析センター, ² 株式会社クレハ環境)

1. はじめに

絶縁油や汚泥等の PCB 含有廃棄物は処分期限が定められており、各所で処理が進められている。当社グループ会社の株式会社クレハ環境は低濃度 PCB 含有廃棄物の無害化処理認定事業者として環境省より認定を受けており、先般 PCB 含有廃感圧複写紙の処理を行った。そして、廃感圧複写紙の処理作業中における作業環境測定を粉じん、PCBs、DXNs を対象として実施した結果、DXNs のみ第 2、第 3 管理区域と判定された。その要因と推測される粉じんを清掃により除去し、再測定をしたが期待した効果は得られなかった。当該作業場の粉じんは、普段の清掃作業では十分に除けない状況にある可能性を考え、現状把握を兼ねて作業場に浮遊する粉じんの粒径別調査を検討した。粒径別調査には GL サイエンス社より市販されている大気用 PFAS サンプラーを使用し、同時に作業環境測定基準に準じた DXNs の公定法¹⁾であるハイボリュームエアサンプラー (HV) と併行採取を行って測定値の比較を行った。

2. 大気用 PFAS サンプラーについて

有機フッ素化合物の内ペルフルオロアルキル化合物及びポリフルオロアルキル化合物の総称である PFAS は POPs 条約等において規制の対象とされており、近年それらの分析方法が注目されている。今回使用した大気用 PFAS サンプラーは大気中の PFAS を対象とした採取装置であり、小型で粉じんの分級採取が可能である。大気用 PFAS サンプラーの構成は 4 枚の石英纖維ろ紙 (1stStage: >10 μm, 2ndStage: 10–2.5 μm, 3rdStage: 2.5–1.0 μm, 4thStage: <1.0 μm) とウレタンフォーム (PUF)、活性炭纖維ディスク (GAIAC) となっており、4 種の石英纖維ろ紙で粉じんを分級する (図-1)。また、公定法である HV は石英纖維ろ紙とウレタンフォームを捕集材としており、捕集材種が公定法と類似している。ただし、HV はろ紙が 1 枚のみであり、0.3 μm 以上の粒径全てを捕集するため粒径情報を得ることは出来ない。

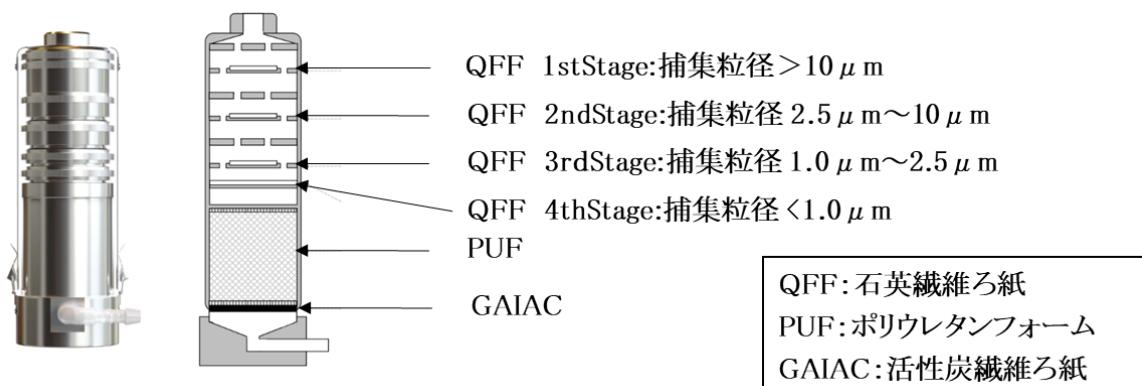


図-1 大気用 PFAS サンプラーの外観及び構成²⁾

3. 分析方法について

当該作業場において作業環境測定結果が高濃度と判定された項目は DXNs であった。しかし、検出した DXNs のうちポリ塩化ジベンゾパラジオキシン (PCDDs) やポリ塩化ジベンゾフラン (PCDFs) はほとんど存在せず、コプラナーPCBs がほぼ全ての濃度を占めていた。そのため、より高濃度で検出されており、濃度の比較等が行いやすい PCBs を測定対象として分析を実施した。

試料の採取は当該作業場において大気用 PFAS サンプラーと HV を近接して設置して、併行採取を行った。吸引ガス流量は両採取装置のサイズが大きく異なるため、流量の設定域が大きく異なる。そのため、大気用 PFAS サンプラーによる粉じんを分級するためのメーカー指定流量を優先し、HV は大気用 PFAS サンプラーの線速度に合わせて設定した。採取条件を表-1 に示す。そして、採取したろ紙、PUF 等の各捕集材についてそれぞれ個別に前処理を行い、高分解能 GC- MS で測定を行った。

表-1 採取条件

採取装置 採取条件	吸引ガス流量 (L/min)	採取時間 (hr)
大気用 PFAS サンプラー	20	6
HV	500	6

4. 測定結果及び考察

当該作業場における大気用 PFAS サンプラー及び HV による PCBs の測定結果を表-2 及び表-3 に示した。なお、GAIAC は PCBs 濃度が非常に低かったため、表-2 への記載を省略した。また、大気用 PFAS サンプラー及び HV で採取した石英纖維ろ紙の捕集状況を図-2 及び図-3 に示した。

測定の結果は粒子状成分を捕集する HV のろ紙と大気用 PFAS サンプラーの 1stStage から 4thStage の合計値、ガス状成分を捕集する PUF についていずれも HV の方が若干高い値を示したが概ね一致していた。また、今回測定した試料は 2~4 塩素置換体の PCBs の含有割合が高く、それらの大部分は両採取方法共に PUF に捕集されていた。PCBs は低塩素置換体ほどガス状の存在割合が高くなり、試料に含まれていた PCBs の組成からも PUF に占める PCBs の割合が高くなつたと考えられる。また、高塩素置換体の PCBs はろ紙に捕集されている割合が相対的に高い結果となっていた。

表-2 HV における各捕集材の PCBs 濃度の測定結果

対象 \ 捕集材	石英繊維ろ紙 (粒子状)	PUF (ガス状)
PCBs 濃度	86	240

(単位 : ng/m³)

表-3 大気用 PFAS サンプラーにおける各捕集材の PCBs 濃度の測定結果

対象 \ 捕集材	1stStage (粒子状)	2ndStage (粒子状)	3rdStage (粒子状)	4thStage (粒子状)	PUF (ガス状)
PCBs 濃度	12	17	11	24	220
	64				

(単位 : ng/m³)

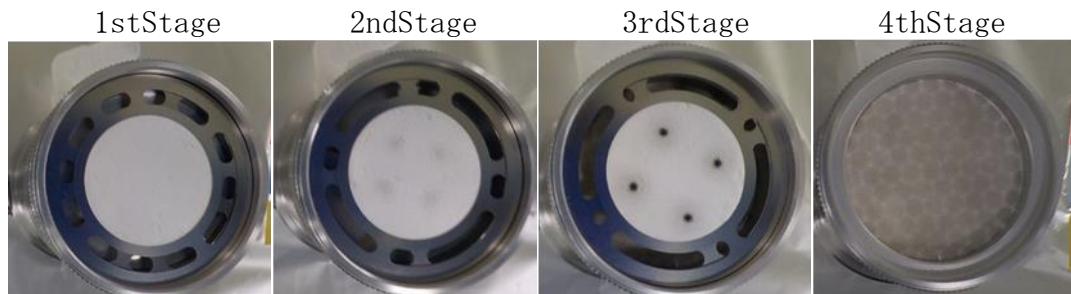


図-2 大気用 PFAS サンプラーによる各石英繊維ろ紙の捕集状況



図-3 HV による石英繊維ろ紙の捕集状況

大気用 PFAS サンプラーによる粒径毎の測定結果は 4thStage において最も高濃度に検出された。ろ紙への粉じんの捕集状況においても 4thStage は他のろ紙より目視でも粉じんが多く捕集されていると確認された。したがって、当該作業場における粉じんの大部分は 1.0 μm 未満に多く存在していたと考えられる。

5. 結論

DXNs を対象とした作業環境の公定法である HV と、大気用 PFAS サンプラーを用いて PCBs の併行測定を行った結果、その濃度は概ね一致していた。大気用 PFAS サンプラーは HV と比べて小型であり、設置し易く、採取準備等にかかる労力も低減可能である。ただし、捕集ガス量は HV より少なくなるため、一般的な DXNs の測定には不十分ではあるが、高分解能 GC-MS との組み合わせにより当該作業場では HV に替わる採取法として十分機能すると考えられる。また、粉じんの分級測定の結果より、粒径の非常に細かい粉じん ($1.0 \mu\text{m}$ 未満) を除去すれば当該作業場における作業環境の改善に繋がると分かった。

出典

- 1) 「廃棄物焼却施設内作業におけるダイオキシン類ばく露防止対策について（平成 26 年 1 月 10 日付基発 0110）」
- 2) GL サイエンス、大気用 PFAS サンプラー FM4 テクニカルガイド