

感圧複写紙の PCB スクリーニング測定

(正) 大岡幸裕¹⁾、○ (賛) 小倉伸夫¹⁾
1) 株式会社クレハ環境

1. はじめに

PCB 廃棄物は、PCB 特別措置法により 2027 年 3 月までに処理することとされており、低濃度 PCB 廃棄物については、2013 年以降、大臣認定を受けた処理施設での処理が開始された。環境省報告の「PCB 特別措置法に基づく PCB 廃棄物の保管等の届出の全国集計結果¹⁾」(以下、集計結果)によれば、PCB 廃棄物の各種類において保管している事業所数・保管量ともに年々減少傾向であり、PCB 廃棄物の処理が進んでいることがわかる。しかし感圧複写紙については、1971 年以降、生産・使用が中止されているにも関わらず、他に比べて保管数量の減少割合が小さい。また、2016 年度より公表されている濃度内訳をみると、不明の占める割合が非常に多いのが特徴的で、2019 年度では約 88%を占めている (Fig1)。

その原因としては、感圧複写紙は他の廃棄物に比べて 1 試料または廃棄物における濃度分布が広く、測定試料の代表性やサンプリングがネックとなり、「低濃度 PCB 含有廃棄物に関する測定方法²⁾」(以下、マニュアル)が整備された現在でも濃度判定が進まないものと推測される。PCB 濃度が判らなければ処理施設および処理方法が決定できないため、処理をさらに推進させるには簡易かつ迅速な濃度判定が必要であると考え、弊社では 2014 年に感圧複写紙の評価方法を検討し、PCB 廃棄物を処理する上で必要かつ重要な情報である濃度測定方法について提案を行った。今回は、場所を選ばずにスクリーニングできる測定する方法を評価し、活用方法を検討したので報告する。

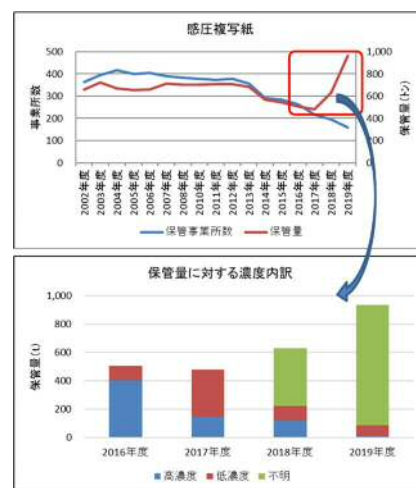


Fig1. 感圧複写紙の保管量変動

2. 目的

非破壊で測定可能である蛍光 X 線分析装置を用いて、感圧複写紙に含有する塩素 (以下、Cl) と PCB の濃度に対する相関関係を調査し、簡易なスクリーニング測定の活用について検討する。

3. 検討項目

PCB を含む感圧複写紙の特徴を確認するため、卓上蛍光 X 線分析装置を用いてコピー用紙および宅配便伝票との違いを確認した結果、検出元素の総濃度に対する Cl の占める割合が、コピー用紙は約 1.9%、宅配便伝票は約 0.4% だったのに対し、感圧複写紙は約 14.6%、約 33.0% と桁違いに高かった (Fig2)。これは PCB 由来の Cl 存在が主な要因と想定される。ハンディ型の蛍光 X 線分析装置でも同様の傾向が見られ、Cl 濃度とマニュアルで定量した PCB 濃度に相関関係が得られれば、場所を選ばずにオンサイトで PCB 濃度レベルを把握できることが期待される。そこで、以下検討を行った。

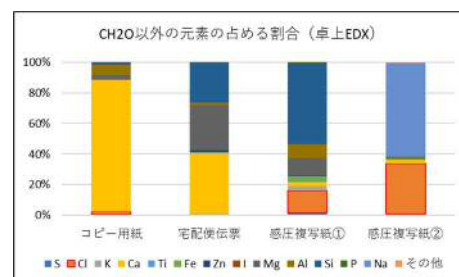


Fig2. 卓上蛍光 X 分析装置の測定結果

3.1 測定試料

PCB 含有廃棄物として保管されていた感圧複写紙の束。なお、作業中・環境・機器等への PCB 曝露および汚染を極力避けるために、試料は有姿とした。

3.2 測定機器

オリンパス イノボックス社製 ハンドヘルド P-EDXDELTA Premium (以下、P-EDX)

3.3 測定方法

測定機器への汚染を防ぐために本体を市販のポリエチレン袋に入れて測定。また、マニュアルの 9. 廃感圧複写紙 (含有量試験) にて PCB 濃度の確認を行った。

4. 評価

【連絡先】 〒974-8232 福島県いわき市錦町四反田 30 番地 株式会社クレハ環境 ウェステック企画部
小倉伸夫 Tel : 0246-63-1231 FAX : 0246-63-1232 e-mail : nobuo_ogura@kurekan.co.jp

【キーワード】 感圧複写紙、PCB 測定方法、低濃度 PCB 含有廃棄物

- 1) 試料の厚さによる測定結果の変化を確認し、測定試料の条件を決定する。
- 2) P-EDX の Cl 濃度とマニュアルの PCB 濃度の関係性を把握する。

5. 結果と考察

5.1 試料の厚さ

蛍光 X 線分析は非破壊かつ短時間で幅広い濃度測定範囲にて元素を識別し、定量化が可能という利点がある。一方、測定試料の厚さが十分でない場合には、照射 X 線の試料透過や蛍光 X 線の不安定化などが生じるが、試料の組成・密度等によって適正な厚さは異なる。紙試料における適正な厚さを判断するために感圧複写紙にて枚数による Cl 濃度の変化を確認したところ、5 枚重ね以上で測定結果が安定することが確認された (Fig3)。数種類の感圧複写紙で試したが、全試料にて同様の結果であったことから、感圧複写紙を P-EDX 測定するには 5 枚重ね以上とすることとした。

5.2 マニュアルとの比較

10 種類の感圧複写紙について、P-EDX での Cl 濃度測定およびマニュアルでの PCB 含有濃度測定を実施し、グラフ化すると Fig4 のような関係となった。これより得られた近似直線を検量線とした。なお低濃度域では乖離が大きいことから、処理取扱い時のリスクを下げるため P-EDX の Cl 濃度が 1,000ppm 未満であった際には PCB の推算値を 5,000mg/kg 未満とした。

次に、別の 4 種類の感圧複写紙について P-EDX で Cl 濃度を測定し、Fig4 より得られた検量線を用いて PCB 含有濃度を推算した。推算値とマニュアルの実測値が近似していたことから、本法は PCB 濃度の推算に活用できると考えられた (Table1)。Sample4 については実測値と若干の乖離があった。マニュアル記載の前処理であるヘキサン超音波抽出後の残紙を SEM-EDX 測定したところ、半溶融状のマイクロカプセルらしきものが確認でき、Cl が検出された (Fig5)。このことから PCB 抽出が不十分であると PCB 濃度が低く定量されてしまう可能性があるため、PCB 抽出工程での操作が重要であると考えられた。

Table1. 推算値と実測値の比較

	P-EDX (Cl ppm)	推算値 (PCB mg/kg)	マニュアル (PCB mg/kg)	誤差 (%)
Sample1	870	<5,000	616	-
Sample2	7,532	25,736	23,105	11.4
Sample3	10,249	35,018	32,120	9.0
Sample4	19,575	66,881	49,790	34.3

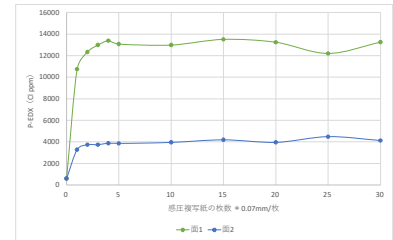


Fig3. 感圧複写紙の枚数による変化例

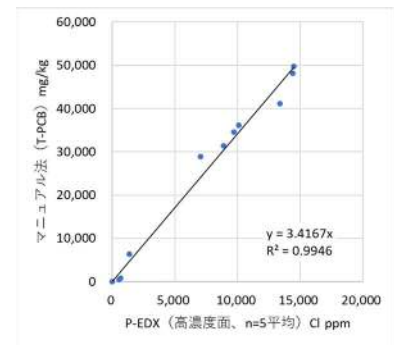


Fig4. P-EDX とマニュアルの関係

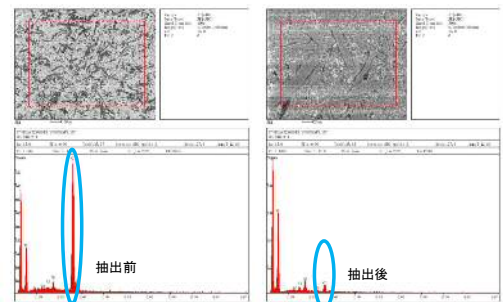


Fig5. ヘキサン超音波抽出前後の SEM-EDX

6. 結論

感圧複写紙に対し、P-EDX で得られる Cl 濃度と PCB 濃度は相関関係があることが判明した。これにより本法は、PCB 廃棄物の感圧複写紙として保管してあるオンサイトにて、前処理不要で素早い PCB 濃度レベルを推算でき、PCB 処理の適正な事前評価手法として有効に利用できると判断された。保管場所での事前調査として代表性あるサンプリングを行い濃度推算することができ、PCB 濃度測定においては、再分析およびクロスコンタミ等の抑制による測定時間の短縮に寄与することができる。さらには、処理施設側では受入時や処理の事前調査に用いることで、安全・安心・安定な施設運転に繋げることができる。

低濃度 PCB 含有廃棄物の処理推進を図る上で、保管量の多い廃棄物である汚泥 (シーリング材、活性炭含む) および塗膜についてもスクリーニングの検討する必要があると考えられる。今後、本法の精度向上を図るとともに測定対象物の範囲を拡大させたい。

7. 参考文献

- 1) 環境省：PCB 特別措置法に基づく PCB 廃棄物の保管等の届出の全国集計結果
- 2) 環境省 (令和 2 年 10 月)：低濃度 PCB 含有廃棄物に関する測定方法 (第 5 版)
- 3) 環境省 (平成 23 年 5 月)：絶縁油中の微量 PCB に関する簡易測定法マニュアル (第 3 版)
- 4) 特別管理産業廃棄物に係わる基準の検定方法 (平成 4 年厚生省告示第 192 号別表第 2 の第 2)