

イムノクロマト測定キットの高感度化による産廃・大気試料の PCB 簡易測定

○和田 誠¹, 奥山 亮²

(¹株式会社テルム, ²藤倉化成株式会社)

【はじめに】

認定 PCB 汚染土壌処理施設や、PCB 汚染物の無害化処理施設の増加を契機に、保管 PCB 汚染土壌・廃棄物調査や浄化・無害化が本格的に開始されている。しかし、保管事業所内の PCB 汚染物の種類は多様で不均一な場合が多く、これらの PCB 汚染具合の把握には時間と費用の負担が大きい。ここでは、前回報告したイムノクロマト測定キットの感度を向上させ、廃棄物・大気試料中の PCB 含有量を現場で迅速に測定するための前処理方法の検討と実試料への適用を行ったので報告する。

【イムノクロマト測定キットの原理と高感度化】

イムノクロマト測定キットの測定原理を図 1 に示す。メンブレン上に未反応標識抗体トラップおよび判定ラインが示されており、この上に試料及び金コロイド標識抗 PCB 抗体を展開することで測定を行う。展開した試料中の PCB 濃度に応じて抗体トラップと判定ラインの色が変化する。この 2 箇所の呈色の比率を装置で読み取って PCB 含有濃度を算出する。今回、キットの高感度化を図るため、①金コロイド粒子の形状を変更し金コロイド表面への抗体結合を効率化、②金コロイド粒子の変更に伴い、結合させる抗体量を最小化、③抗体結合金コロイド粒子がメンブレン上を展開する際の試薬組成の最適化、を行った。その結果、図 2 に示すように定量下限値が 0.2ppm (mg/L) から 0.01ppm (mg/L) となり、約 20 倍の高感度化を図ることができた。

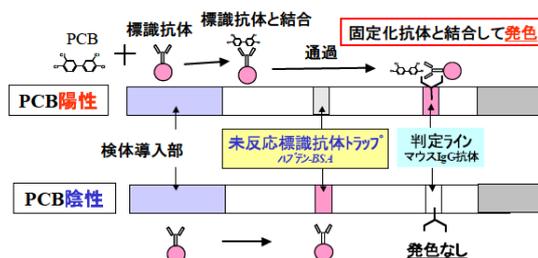


図 1 イムノクロマト測定キット測定原理

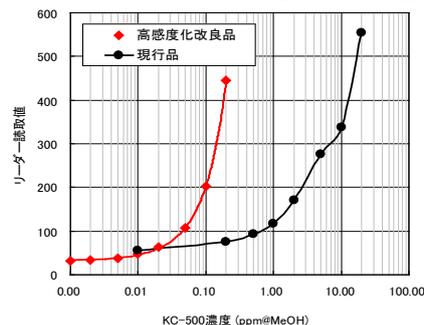


図 2 簡易分析キットの改良前後の感度曲線

【拭き取り試験法への適用検討】

(1)採取・前処理方法の検討:

PCB 処理物における検定方法の拭き取り試験では、測定対象物の拭き取りに使用する脱脂綿の浸漬と脱脂綿からの目的物抽出にヘキサンを使用する。ヘキサンに代えてキット測定に最適なメタノールを適用することを検討するため、PCB が付着した実試料である金属廃棄物を用い、ヘキサンとメタノールでの拭き取り試験を行った。それぞれの抽出液を、検定方法と同じ GC/ECD 法で測定した結果を表 1 に示す。また、メタノール抽出後の脱脂綿をヘキサン抽出し、各々の抽出液を GC/ECD 測定して抽出効率を確認した。結果を表 2 に示す。メタノール抽出で 90%以上抽出されている。これらの結果より、メタノールでの拭き取り試験の方が高めに検出さ

表 1 ヘキサンとメタノール拭き取り試験結果

試料名	GC/ECD法 ($\mu\text{g}/100\text{cm}^2$)	
	ヘキサン内側 拭き取り	メタノール 内側拭き取り
試料A	3.1	27
試料B	1.9	46
試料C	0.030	0.037
試料D	0.78	7.1
試料E	0.22	1.1

表 2 脱脂綿のメタノールによる抽出効率の検討

条件	GC/ECD法 (μg)		
	試料1	試料2	試料3
メタノール抽出	10	2.8	0.89
メタノール抽出後 ヘキサン抽出	0.13	0.035	0.079

Rapid analysis of PCBs in industrial waste and workplace atmosphere sample by making of immunochromatographic assay measurement kit high sensitivity

Makoto WADA¹:TERM CORPORATION 20-1,Kansei-Cho,Tsurumi-Ku,Yokohama-Shi,230-0034Japan

Akira OKUYAMA²:FUJIKURAKASEI CO.,LTD. TsukubaR&D 586-9,Ushigafuchi, Akatsuka,Tsukuba-Shi,305-0062Japan

れる傾向であり、現場スクリーニングの観点では適用可能であることが示された。

(2)簡易測定とGC/ECD測定値の比較：

(1)のメタノールによる前処理方法で金属試料を拭き取り採取、抽出した同一検液について、高感度化したイムノクロマト測定キットと GC/ECD 法とで測定した。測定に要した時間はそれぞれ約 5 分、約 50 分であった。これらの結果を図 3 に示す。キット測定結果と GC/ECD 測定結果には良い相関が得られることが確認でき、本簡易測定が迅速かつ簡便な現場測定として適用可能と判断できる。

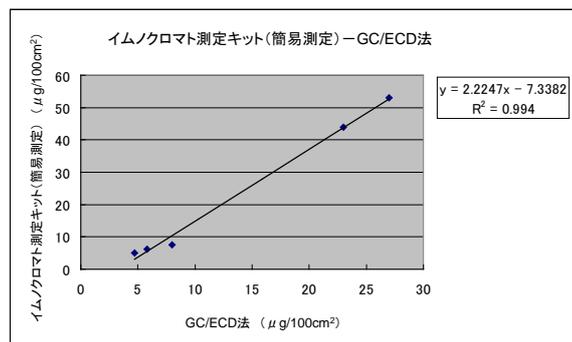


図 3 拭き取り試験の簡易測定と GC/ECD 法の比較結果

【作業環境測定への適用検討】

(1)メタノール捕集液による捕集方法の検討：

作業環境大気の大気簡易測定を想定し、1 連目、2 連目にメタノール 50mL、3 連目にヘキサン 50mL を入れた 3 連インピンジャーで PCB 含有試料の直上大気を溶剤捕集した。全体を氷冷しながら 2L/min で 1 時間大気捕集したのち、それぞれの捕集液中の PCB 濃度を GC/ECD で測定した。この結果を図 4 に示す。図より、1 連目のメタノールでの PCB 吸収効率を算出すると 98%以上であり、メタノールによる作業環境大気試料中 PCB の溶媒捕集が良好な結果が得られた。

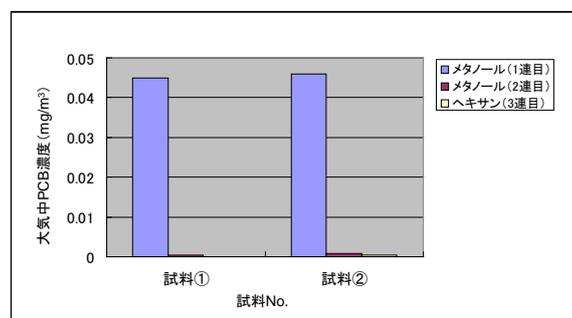


図 4 メタノール捕集の検討結果

(2)簡易測定とGC/ECD測定値の比較：

実際にメタノール捕集液での 4 検体の大気試料の採取を行った。この捕集液について簡易測定と GC/ECD 法の測定を行った結果、図 5 に示すように良好な相関が得られた。また、GC/ECD 法で定量下限値未満の試料については簡易測定でも不検出であり、管理濃度である 0.01mg/m³ 付近の測定においても、本簡易測定が適用可能と判断できる。

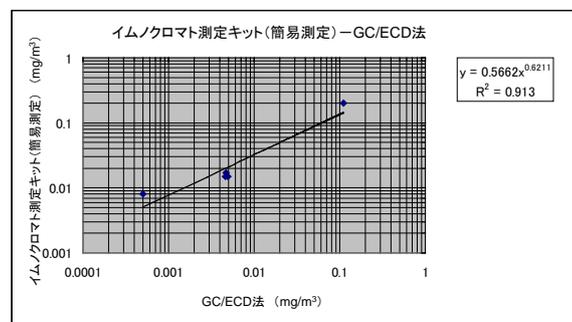


図 5 作業環境大気の大気簡易測定と GC/ECD 法の比較結果

【結論】

PCB 汚染物の拭き取り試験や周辺環境管理の作業環境大気測定について、従来のイムノクロマト測定キットを高感度化を図ったうえで、キットに対応した試料採取、前処理方法を検討した。本簡易測定法を現場測定に適用し、GC/ECD 測定との比較を行い良好な結果を得た。これにより、PCB 汚染土壌、廃棄物の処理を行う浄化・無害化施設や、PCB 汚染物を保管している事業所において、PCB 濃度を現場で迅速に測定でき、測定費用の削減も図れると考える。

【参考文献】

奥山亮・他：“エンバ イオロピッドテスト PCB による土壌中の PCB の簡易測定”，資源環境対策,Vol42 No10, P66-67(2006)
 高柳周二・他：“イムノクロマト測定キットによる PCB 汚染土壌の迅速分析とその適用”，第 19 回環境化学討論会予稿集, P416-417,(2010)