

10. 現場型大容量水試料採取濃縮装置の開発

イーアイエス・ジャパン(株)

大塚俊昌

1. はじめに

水環境中の微量な化学物質濃度は通常非常に低く、精度良く定量するためには多量の水試料（数百～2,000L）が必要となります。従来のような液/液抽出などの方法では、これだけの量の試料を扱うことは輸送、労力、環境負荷、コンタミの恐れなど様々な問題点があり、現実的ではありません。そのため、海洋中の残留性有機汚染物質 (POPs) を精度よく分析するためには、現地で水試料を捕集濃縮することが不可欠です。そこで、ダイオキシン類の水試料採取で使用されている装置を基本に、船上において12時間程度で試料採取ができる現場型大容量水試料採取濃縮装置（以下、本装置）を開発、製作し、実海域においてPOPs 調査を行いました。

2. 装置概要

本装置は、φ300mmのGFF（硝子繊維濾紙）1枚、φ90mm×50mmのPUFP（ポリウレタンフォームプラグ）8個、φ83mm×5mmのACF（活性炭フィルター）2枚の3種類の捕集材がセットできます。装置の設定は採取に必要な条件（流速、合計量または採取時間）を1度セットすればスタートボタンを押すだけで開始から終了まで自動運転します。採取中は自動制御で水試料を3L/minの一定流速で12時間程度通水します。化学物質の懸濁態は、濾過材で捕集（濃縮）され、濾過材を通過した後の水試料はPUFPとACFで溶存態を捕集（濃縮）できるようになっています。写真1. に本装置の外観を、表1. に主な仕様を示します。



写真1. 濃縮装置本体とコントローラ外観

表1. 装置仕様

項目	内容
電源	AC100V±10% 1.09A
制御バルブ	電動式ニードルバルブ
制御精度	±3%以内
サイズ	H55 cm×W65 cm×D60 cm
重量	65 kg

3. 装置の特長

3.1. 大容量の試料を高速で濃縮できる

基本となっている装置では、水試料を1.5L/minの流速で24時間通水することで、試料を捕集（濃縮）していました。この流速で採取する理由は、1.5L/min以上の流速にするとPUFPでの回収率が徐々に低下してしまうためです。濃縮を高速化するために濾過材を除く溶存態捕集部分を並列に増設（図1.）し、2倍の捕集容量としました。採取時の流速を2倍の3.0L/minに設定可能となり、1検体(2,000L)の試料を12時間程度で採取できるようになりました。またPUFPをセットするユニットを大容量化し、活性炭フィルターを追加したことで多種類のPOPsに対応しました。

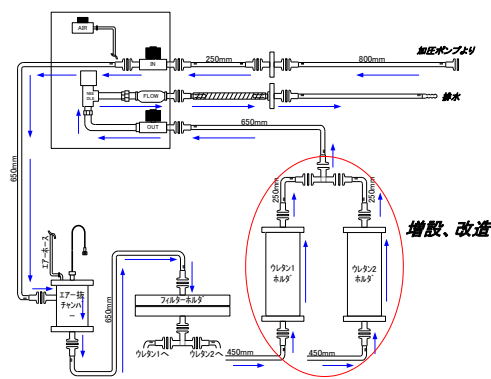


図1. 内部配管図

3.2. 濾過材や捕集材の交換が船上で容易にできる

本装置は、試料を採取するという役割(目的)から、試料採取を1検体行なう毎に試料を回収し、次の検体試料を採取するまでに分解、洗浄、組み立てをします。交換や分解が必要な箇所は、フェールとクランプを使用した固定方法を採用、これにより工具を使用せずに各部品の分解、組み立てが容易にできるようになりました。また、接続箇所の部品にはそれぞれ記号を刻印し、その記号同士を接続するようにしました。これにより交換、接続作

業の効率も上がるため、接続部分に起因する漏れや汚染・吸着の心配も低減できました。分解する必要のある配管はステンレス製フレキシブルチューブにし、ストレート管や曲管を組み合わせた場合より接続数が大幅に少なく済みました。

3.3. 接液面に行った表面加工

バフ研磨などの研磨方法は、ステンレス表面に小さなキズを付け、キズを徐々に小さくしていく事で見た目に綺麗な表面を作る方法ですが、顕微鏡で見ればキズは歴然として残っています。試料の接液部分がこのような状態では試料採取には適しません。本装置では金属性の接液面は全て電解研磨（接液部表面の金属をイオン化溶出させ不導体皮膜化処理）を施し表面をなめらかにして、試料採取に適するようにしました。これにより素材自体が錆にくくなり、もらい錆にも強くなりました。

3.4. 試料採取中の状況を逐次記録

試料採取時の流速、積算流量を最少 1 分間隔でメモリカードに電子ファイルとして記録・保存できます。実際の状況を確認することで、精度管理に利用できます。

4. 東シナ海での現場試料採取

平成 20 年 12 月に東シナ海において海上保安庁海洋情報部所属の測量船「拓洋」にて、本装置を使用した試料採取が 2 地点(計 4 回)で行なわれました。

4.1. 装置の構成

測量船の甲板より海中に投入した採水口(水深約 100m)から、揚水ポンプにより、リザーブタンク (20L) に海水を導入 (流速 13L/min) し、リザーブタンクから加压ポンプ(流速 3L/min)で濃縮装置に導入しました。装置構成の概要を図2.に示します。

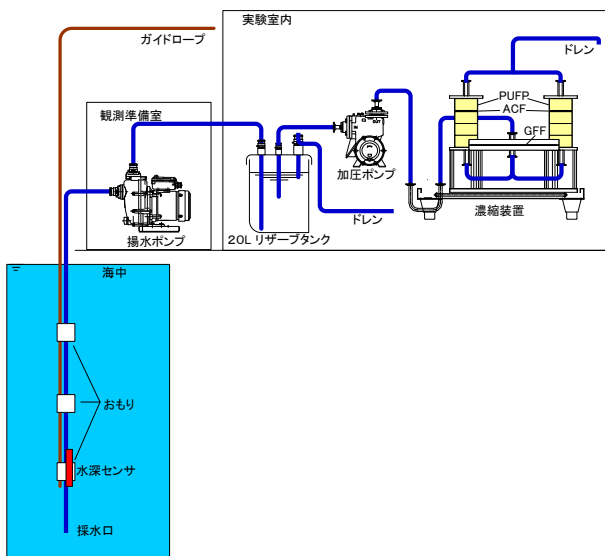


図2. 現場試料採取装置 構成図

4.2. 運用状況

GFF の許容を上回る懸濁物がたまると制御バルブを全開にした場合でも流速が落ちるため、それぞれの試料に

おいて途中 1 回ないし 2 回 GFF の交換を行いました。(写真2.)交換作業においては、交換部分の脱着を容易にするための工夫をしていたため、いずれも、12 時間程度で 2000L の海水試料の採取ができ、ほぼ計画通り運用できました。

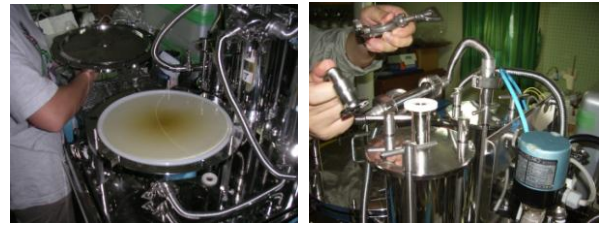


写真2. 捕集材の交換風景

5. まとめ

沖合における海水中の残留性有機汚染物質モニタリングシステムの開発¹⁾によれば、多種類の POPs について、非常に低濃度であるが、ほぼ妥当と考えられる濃度値が得られました。図3.に分析結果を示します。この結果から、本装置は精度よく試料採取ができたものと考えられます。これにより、沖合海域における POPs 汚染の実態解明に役立つものと期待できます。

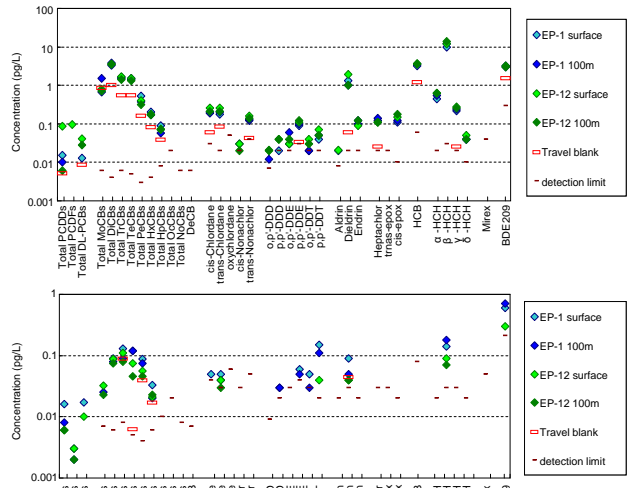


図3. 現場ろ過採水で得られた懸濁態(上)及び溶解態POPs濃度

6. 謝辞

本装置は多くの方々の協力の下で開発できました。海上保安庁海洋情報部 主任環境調査官清水潤子さんには、装置の主要部分に関する大変貴重なご意見をいただきました。海域調査において、清水潤子さんと共に従事した環境調査官杉本綾さん、環境調査官付宮野雅士さん、愛媛大学准教授高橋真さんはじめとする愛媛大学の皆様、測量船拓洋の皆様には、本装置を使いこなしていただきました。紙面を借りて皆様に感謝申し上げます。

7. 参考文献

- 1) 清水ら, 海上保安庁平成 20 年度研究成果報告書, p. 23-26(2009年9月)