

水中 3D スキャナーを活用した水中可視化技術

古殿 太郎, 高島創太郎, 西林健一郎, 大野 敦生
(いであ株式会社 環境調査事業本部 環境調査事業部)

1. 技術開発の背景

水環境を評価する際、水底や水中構造物の形状は基礎情報として非常に重要となるが、これまでは潜水目視やシングルビームでの深浅測量など、点や線のデータをつないだ概略形状の把握にとどまることが多かった。近年はSDGsの1つである海洋と海洋資源の持続可能な開発に向けた保全・利用や国土交通省が推進するi-Constructionへの対応など、水底や水中構造物を面的に把握する技術が求められている。

さらに人口減少・少子高齢化による潜水士の不足も深刻な問題となっており、このような課題に対しては、音響機器により水中を迅速かつ詳細に“可視化”する技術が有効である。

2. 水中 3D スキャナーの概要

水中 3D スキャナー（以下 3DSC）は小型・軽量の音響機器で、水底や水中構造物の形状を 3D 点群データとして計測する。一般的に普及しているマルチビームソナーに比べ周波数が高いため、より高精度・高密度な点群データを取得できる。さらにソナーヘッドを上下・左右に回転させながら音波を発信するため、護岸などの垂直構造物や水面付近の計測も可能である。一方、計測可能距離は最大で 30 m、最適距離は 1 m ~ 15 m とマルチビームソナーに比べて短い。3DSC の仕様を図 1 に示す。



センサー部	
周波数	1.35MHz
ビーム幅	1° × 1°
ビーム数	256
測定範囲	30m
パン・チルト機能	
水平方向（パン機能）	360°
垂直方向（チルト機能）	45°（15° × 3回）

図 1 3DSC (Teledyne BlueView 社 BV5000) の仕様

3. 水中可視化技術の開発

3DSC は、従来は水底に静置した状態で計測するため、水深が深いと任意の場所に設置するのが困難で広域計測にも適さなかった。そこで小型軽量という 3DSC の特徴を生かし、種々の機器に搭載して任意のピンポイントや広い水域を効率的に計測する技術を開発した。

開発技術と河川護岸部の点群データを図 2 に示す。

- (1) 遠隔無人探査機 (ROV) への搭載
ダムや魚礁等の水深の深い水域でピンポイントを計測するために、3DSC を ROV に搭載した。3DSC や浮力材・重りの配置を検討し、小型動揺センサーも搭載することにより、ROV 着底・浮遊状態で任意の位置から 3D 計測が可能となった。
- (2) クローラー式運搬機への搭載
河川や港湾の護岸を陸上から効率的に計測するために、3DSC をクローラー式運搬機に搭載した。陸上から水面直下に 3DSC を垂下して計測することにより、安全性も向上した。
- (3) 船舶艀装
広い水域を効率的に計測するために 3DSC を GNSS、慣性航法装置と同期させる方法を模索し、マルチビームのように船舶に艀装して航行しながら計測するシステムを開発した。1日に約 10 万 m² の計測が可能となり、効率性が飛躍的に向上した。



図 2 開発技術と点群データ

4. 今後の展開

本技術は国土交通省の現場検証・試行的導入・共同研究に参加し、専門家のご意見を反映させて完成した。関係各位に感謝の意を表す。

今後は汚濁防止フェンスや曝気施設・水処理施設の維持管理・点検等へも展開し、健全な水環境の創出に貢献していきたい。

水中の有機化学物質の迅速・簡易な分析前処理技術

木村 淳子, 榎本 佳泰, 大原 俊彦 (広島県立総合技術研究所保健環境センター)

この度は、栄誉ある技術奨励賞を授与いただき、誠にありがとうございます。選考いただいた公益社団法人日本水環境学会の関係者の皆様には厚くお礼申しあげます。

今回受賞いたしました「水中の有機化学物質の迅速・簡易な分析前処理技術」は、水試料中の有機化学物質を短時間で簡易に分析前処理できる技術で、平成28年に特許を取得し、「迅速前処理カートリッジ」としてジーエルサイエンス株式会社から販売されています。

化学物質漏えい等の事故発生時に人の健康や環境、産業への悪影響を最小化するためには、迅速に環境調査を行った上で対策を講じる必要があります。この時、私どもが所属する地方環境研究所の役割は、分析等により汚染物質の特定、汚染範囲および濃度の把握等を行い、住民の生活環境への影響程度について判断材料を示すことです。これには迅速性が必要とされますが、水試料中の有機化学物質の分析は、前処理工程に複数の手順があり、多くの時間と作業者の技術力が必要なため、迅速に結果を得ることが難しい状況にあります。そこで、前処理工程の時間短縮と簡易化を目指して研究を行いました。

本技術は小容量の液液抽出法によるGC/MSサンプルの調製を基本としています。手順は図に示したとおりで、水試料、NaClおよび抽出溶媒を混合し、疎水性膜（水を通さず有機溶媒を通す膜）で抽出溶媒のみを回収して分

析サンプルを作成します。脱水・濃縮工程を含まないため、1検体当たりの操作時間は10分以下で、4～5時間以上かかっていた従来法（固相抽出、液液抽出）と比較して大幅に操作時間を短縮できました。さらに、抽出溶媒に予め内部標準物質を添加し、検体ごとの回収量の差を補正することにより、従来法と同等の定量精度を確保しました¹⁾。適用可能な物質は液液抽出可能な物質全般で、抽出溶媒は水と分離する溶媒であれば使用可能です。そのため、NaClと抽出溶媒の添加量を変更すればアセトニトリルを用いてLC/MSの分析サンプルを調製することも可能です²⁾。また、抽出溶媒の揮発による濃縮工程を含まないため、一般的に固相抽出および液液抽出では前処理が困難な揮発性有機化学物質の前処理も可能です³⁾。

本技術には、多くの可能性や改良の余地が残されていると考えています。例えば、適用可能な物質や試料水質等の分析事例を蓄積していくことで、環境調査への適用範囲が広がるとともに、水道原水⁴⁾や排水への利用が見込まれます。今後も、本会関係者等と情報交換をしながら情報を蓄積し、本技術をさらに発展させていきたいと考えています。

最後になりましたが、本技術の実用化は多数の方々の御助力によって成し遂げることができました。実証試験では東京都環境科学研究所、埼玉県環境科学国際センター、兵庫県環境研究センター、広島県内の水道事業者および保健所の皆様、製品化ではジーエルサイエンス株式会社の担当者様、研修の実施では国立環境研究所の皆様にご協力をいただきました。この場をお借りして心から感謝申しあげます。

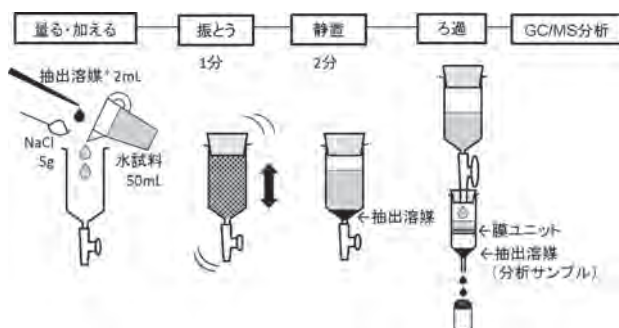


図 迅速前処理カートリッジの操作概要（水より比重が大きい溶媒用）
水より比重が小さい溶媒を使用する場合は器具形状が少し異なる

*抽出溶媒に予め内標を入れておくことで定量性が向上する

参考文献

- 1) 木村淳子, 榎本佳泰, 大原俊彦, 2020. 特許技術!を活用した水質事故等の緊急時分析. 水環境学会誌 43(2), 63-66.
- 2) 古閑豊和, 宮脇崇, 2020. 迅速前処理カートリッジを用いた環境水中有機汚染物質のターゲットスクリーニング法の開発 (2) - LC/MS/MSへの応用 -. 分析化学 69(3), 121-134.
- 3) 木村淳子, 榎本佳泰, 大原俊彦, 山本竜治, 2018. 迅速前処理カートリッジによる水試料中のVOCの分析, 第27回環境化学討論会, 2C-11.
- 4) 日本水道協会, 2019. 水質異常の監視・対策指針2019, pp.81-82.