

(S6-10) ダイレクトプッシュテクノロジーによる3次元的な汚染の把握と浄化設計への活用

○小林裕一¹・安原雅子¹・佐藤秀之²

1 (株) アイ・エス・ソリューション・2 (株) ランドコンシェルジュ

1. はじめに

地下水・土壌の調査等によって汚染が顕在化し、浄化対策を実施する場合、正確な汚染状況の把握は欠かせない。特に、原位置における汚染の除去等を行う場合には、汚染状況の把握が不十分であると、適切な対策設計ができず、工事の長期化や対策範囲の過大評価、あるいは見逃しによる汚染の残留を引き起こす可能性がある。

汚染状況を的確に把握するには、できるだけ試料採取地点を細かく設定し、また、深度方向にも細かく試料を採取・分析する必要がある。しかし、実際には、時間的あるいは費用的な制約の中で、できる限りの調査を行うのが通常であり、十分な汚染状況の把握が行えていない場合もあると考えられる。

ダイレクトプッシュテクノロジーと呼ばれる技術のひとつである MIP (Membrane interface probe) は米国で開発され、国内でもこれまでに様々な事例が報告されており、安原(2011)は MIP の原位置浄化設計および施工に対する有用性について報告している¹⁾。MIP は、土壌に含まれる揮発性のガスを取り込む機能を持ったプローブを土壌に貫入し、地上の検出器(PID, FID 等)によりその場で土壌中の揮発性有機化合物の濃度を測定することができる。深度方向に詳細なデータが取得できる上、試料採取、室内分析を実施する必要がないので、短時間で多くの測定を実施することができる。米国では、ASTM²⁾にその測定方法が規定され、日本においても、油汚染対策ガイドライン³⁾において、油分の簡易測定法(膜界面サンプリング法)として紹介されている。

しかし、MIP による測定結果を、浄化対策の設計や施工に対して活用するための具体的方法についての報告は少ない。そこで本報告では、MIP を用いて取得したデータを、原位置における浄化対策の設計に活かすための方法についての考案を報告し、実際の測定事例に基づく汚染範囲の評価の例を紹介する。

2. 測定方法

2.1 MIP の測定地点とサイトの概況

MIP による測定を実施したサイトは、ガソリンスタンドの跡地で、ベンゼンによる地下水・土壌汚染が認められていた。測定する平面範囲は、汚染のおそれがあると考えられる、一辺 6.0 m の正方形により囲まれる範囲とし、合計 9 つ(M1~M9)の測定地点を設定した。また、深度範囲は地表から 5.0 m までとした。

揮発性有機化合物の測定には PID 検出器 (10.6eV) を使用した。図 1 に MIP による調査地点と、MIP の測定値と公定法による分析値を比較するための土壌試料採取地点(B1)を示す。

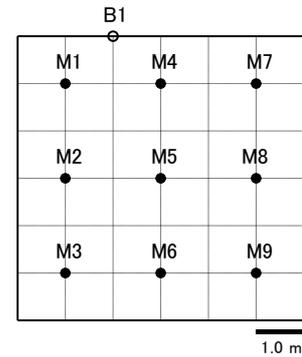


図 1 測定地点

2.2 MIP の測定と公定値の比較

近接した 2 地点(B1, M1)において、MIP による測定値と公定法による分析値を比較した。表 1 および図 2 にその結果を示す。ベンゼン土壌溶出量と MIP の測定値の間には相関関係が認められ、測定値がおおよそ $3.0 \times 10^6 \mu V$ を超えるとき、土壌溶出量が環境基準を超過している可能性が高いと考えられる。

表 1 MIP 測定値と公定法による分析値の比較

地点	深度 (m)	ベンゼン土壌溶出量 (mg/L)	MIP測定値 ($\mu V \times 10^6$)
B1, M1	2.0	0.007	2.23
	3.0	0.005	0.499
	4.0	0.012	3.78

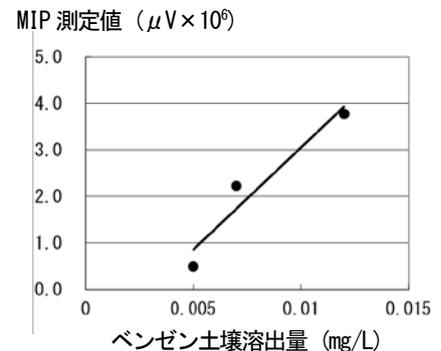


図 2 MIP 測定値と公定法による分析値の比較

Appropriate planig for soil and groundwater remediation using direct push technology.

Yuichi Kobayashi¹, Masako Yasuhara¹, and Hideyuki Sato²

(¹ In Situ Solutions Co., Ltd, ²Land concierge Inc.)

連絡先：〒101-0041 東京都千代田区神田須田町 2-5-2 須田町佐志田ビル 9F (株)アイ・エス・ソリューション

TEL 03-5297-7288 FAX 03-5297-0242 E-mail kobayashi_y@is-solution.com

2.3 対象範囲の区分け

本事例では、測定対象エリアを一辺が2.0 mの正方形の格子により区分けし、さらに深度を1.67 mごと（対象とする深度範囲を3等分した）に区分けすることにより、対象範囲を27個のブロックに分割し、詳細な汚染範囲（浄化対策範囲）の評価を試みた。各ブロックにおける汚染の有無（対策の必要性の有無の判断）は以下の手順により行った。

- ①2.0 m 間隔で MIP の測定値の断面図を作成する（図3）
- ②断面図を2.0 m×1.67 m の格子で区分けし、それぞれの区画について、汚染の有無を評価する。評価にあたっては、MIP の測定値とベンゼン土壌溶出量との比較、検討結果に基づき、MIP の測定値が $3.0 \times 10^6 \mu V$ を超える領域（黄緑～赤で示す部分）を含む区画を汚染有りとして評価した。
- ③対応するブロックについて、汚染の有無を決定する。

3. 汚染評価の結果と考察

各ブロックにおける汚染評価の結果を図4に示す。測定対象範囲(180 m³)のうち、汚染ありとして浄化対策範囲として考えるべき範囲は、8つのブロックであり、約53 m³まで対策すべき土量を限定することができた。また、本事例では、汚染の程度はその有無により2通りで判断をしたが、汚染の状況や、予定される浄化措置の工法によっては、さらに細かく、汚染の程度を数段階に分けることも可能である。これによって、使用する浄化剤の量を汚染の程度に応じて細かく設定したりすることも可能である。

4. 今後の展望

MIP は、測定を実施するサイトの土質などの影響により、その測定値は公定法による分析値等に対して常に1対1に定まるものではない。そのため、MIP を用いて汚染状況を把握し、対策範囲を評価するためには、必ず、本事例のように、現地において、公定法による分析値と比較検討しておく必要がある。

公定法による分析値と MIP による測定値の比較は、完全に同じ地点の試料を用いて比較することができないため（試料採取後の調査孔は MIP の測定に使用することができない。逆も同様）、模擬汚染土壌を用いた室内試験等も合わせて実施し、事例を蓄積する必要があると考えている。

図5は、灯油と軽油による模擬汚染土壌を用いて、油の濃度と MIP 測定値の比較をした結果である。油の濃度と MIP の測定値は高い相関を示しており、油汚染に対しても精度の高い汚染状況の評価が可能であると考えられる。

今後は、このような模擬汚染土壌などを用いた試験も実施しながら、測定精度の向上に努めていきたい。

引用文献

- 1) 安原雅子(2011): ダイレクトプッシュテクノロジーを使用した詳細調査および浄化設計, 第17回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究会講演集.
- 2) ASTM Standards: D7352-07, Standard Practice for Direct Push Technology for Volatile Contaminant Logging with the Membrane Interface Probe (MIP).
- 3) 中央環境審議会土壌農薬部会・土壌汚染技術基準等専門委員会（平成18年3月）, 油汚染対策ガイドライン—鉱油類を含む土壌に起因する油臭・油膜問題への土地所有者等による対応の考え方—, 資料 B-3.

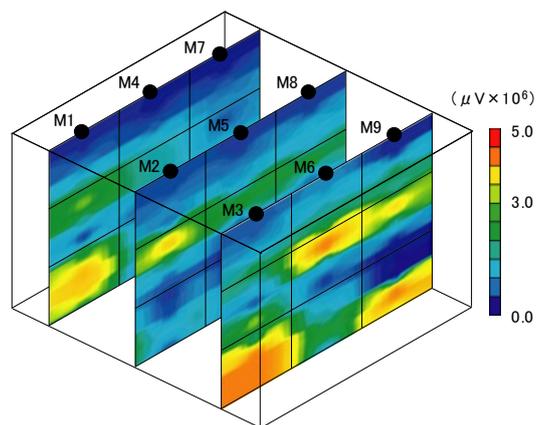


図3 PIDの測定値の断面

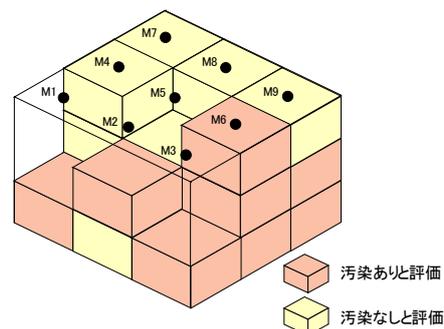


図4 ブロックごとの浄化対策範囲の概念図

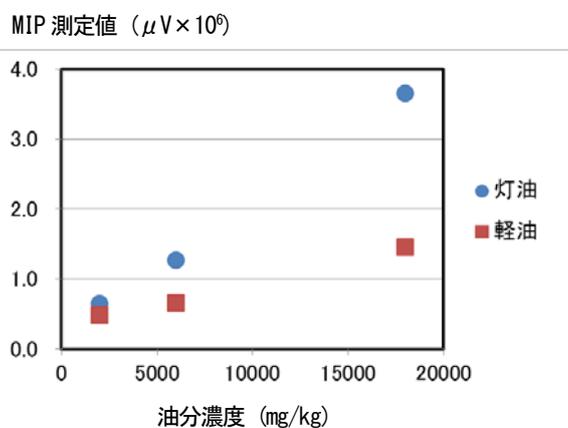


図5 模擬汚染土壌による、油分濃度と MIP 測定値の関係