

水中油モニタ



取水保護システムの詳細分析

その課題と技術及び解決策

Andrew McInnes, Gabriele Ostuni, Brad Weaterton

創刊：2019 年、最新更新：2022 年 12 月、バージョン 2.0



目次

はじめに.....	3
水質汚染の原因	3
浄水場における水質汚染の影響	3
VOC 検出アプローチと課題	4
マルチセンサー社 トータル VOC センサーの動作原理	6
すべてをまとめる：マルチセンサーシステムのアプローチ	7
MS1200：オンラインの水中油分析装置	8
フィールドデータ.....	11
実験室試験.....	12
外部試験.....	13
試験された化合物のリスト	14
現場での MS1200	15
ケース1:河川取水口における石油関連汚染物のモニタリング.....	17
ケース2:貯水池に流れ込む水の炭化水素汚染のモニタリング	17
ケース3:ボーリング孔における燃料汚染のモニタリング	18
ケース4：鉄やマンガンを多く含んだ掘削孔における炭化水素のモニタリング	19
総括	20

はじめに

浄水施設でつくられる清潔な飲料水の最初のステップは、**水源**からの取水です。この用途に使用される典型的な水源には、井戸、泉、河川、貯水池、湖、海などがあります。それらの水源には特定の課題と特徴がありますが、道路、産業、家庭からの油や化学物質の流出、さらには悪意のある汚染行為によるものなど、**人為的な汚染事象**の影響を受ける可能性があります。

この文書は、これらの汚染となるイベントがどのように浄水場に影響を及ぼすか、早期警報システムを使用することでどのように浄水場を保護できるのかを説明するものです。

Multisensor Systems の MS1200 水中油モニタは、何百もの世界の浄水場で選ばれ、その設備を守り、コスト的に負荷を掛けることなく、飲料水の品質を確保することに貢献しています。



図1. ブレーロックダムの取水口（オーストラリア）

ユネスコの調査によると、世界中で発生する産業廃水の多くは、処理されずに排水されており、水域の大部分の水質が低下し、帯水層を汚染する可能性があります¹。米国では、水の 60% が淡水源から供給されていますが、河川の 4 分の 1 近くがひどく汚染されており、人々の健康が危険にさらされています²。

2018 年における中国では、地表淡水の 57% が「グレード II 以外」に分類されました。これは、飲料水としての使用に適していないことを意味します³。ヨーロッパにおいても、地表水の 60% 以上が欧州環境庁の基準を満たしていません⁴。

これらの例で分かる様に、世界の事情は同じという事です。私たちの水源の品質は、次第に悪くなっています。一方では、人口の増加とますます厳しくなる規制により、高品質の水の需要が高まっています。浄水施設の管理者は、予測不可能なレベルの汚染に対処しながら、この需要を満たすという困難な課題に直面しています。

水質汚染の原因

水質汚染の潜在的な原因は数多くあります。いくつかの典型的な例は次のとおりです。

- 廃棄物の不法投棄
- 交通事故や鉄道事故
- パイプラインの損傷
- 商用船やプレジャーボート
- 商業用および家庭用の貯蔵燃料油
- 工場からの化学物質の流出
- 歴史的な地下水汚染
- 軍事施設
- 悪意ある行為やテロ行為

浄水場における水質汚染の影響

汚染された水が浄水場に入ると、汚染事象の規模、存在する汚染物質の性質、プラントの設計や処理プロセスなどに応じて、さまざまな問題が発生する可能性があります。汚染イベントが発生したら、考慮すべき重要なポイントは次のとおりです。

- **活性炭フィルター、RO 膜、フィルター：**
交換および洗浄に費用がかかる

- **法令順守**：一部の汚染物質はプロセスを通過し居住地に到達する恐れがある
- **供給の中断**：場合によっては、浄水場の汚染のために水道水の供給が止まる恐れがある
- **収益の損失**：配水された水の量に対して水道会社がその責任を負う場合
- **イメージの損失**：マスコミによる過度な報道
- **清掃費用**：時間、供給源、労力及び費用



図 2. 廃水での水質汚染

汚染事象と VOC

汚染とは、一般的な用語で、定義は次のとおりです。

「有害または有毒な影響を与える物質の環境への混入またはその存在」

今日まで、少なくとも **85,000 件が有害化学物質⁵** として登録されていますが、浄水場では、ごくわずかな種類を定期的に検査するにすぎません。さらにそれは毎日ではなく、毎月または毎年実施される程度です。これが、汚染事象に迅速に対応することを難しくしています。

現場で使用できる確かなオンライン早期警告システムを設計するには、水質汚染の最も一般的な原因の一つである**揮発性有機化合物 (VOC)** に注目することが重要です。次のページの表は、産業における VOC の発生が最も一般的な工業の例を示しています。

TVOC を測定することは、人為的汚染を探す良い方法です。それは、**炭化水素**は多くの人工製品に存在し、水路に高濃度で自然に存在するわけではないからです。

表 1 は、多くの VOC と潜在的な産業との関係を示しています。VOC に関連するリスクの分析についての詳細は、英国国立環境技術センター発行のレポート “Volatile Organic Compounds - Understanding the Risks to Drinking Water” 「揮発性有機化合物 — 飲料水へのリスクを理解する」をご参照ください⁶。

この文書では全揮発性有機化合物 (TVOC) を、全ての VOC、炭化水素、汚染、水中油の尺度として言及しています。

これは、マルチセンサー システム社が採用する一般的なアプローチです。つまり、TVOC を検出することにより、包括的で幅広い検出範囲を持つことが可能になり、浄水施設を最大限に保護することができると考えています。

VOC 検出アプローチと課題

VOC にはさまざまな測定法や検出法があります。市場において、実験室ベースの技術は最も正確な方法ですが、最も遅く、最も高価な手法でもあります。

これらの技術には、質量分析法または水素炎イオン化検出器 (FID)を備えたガスクロマトグラフィーが含まれ、その費用は年間 10 万ドルを優に超えるとみられます。

水中の油を検出するためのレーザーベースの方法も利用できますが、これらの方法では、油がエマルジョン状態であるか、水の表面に油膜が形成されていること（油が水に浮く状態）が検出に必要です。これらの方法では、比較的高濃度の油しか検出できません。通常、水中油の場合は 1 ppm、水面の油検出の場合はさらに高くなります。これらの検出限界は両方とも、浄水施設に被害を与えることにつながる十分な濃度である可能性があります。

油膜の検出器は、油の層が存在する場合に変化する特性である、表面の反射率変化を測定します。このシステムには、動かない表面が必要で、ほこりや破片がなく、直射日光が当たらないことも要求されます。

一部の水中油検出器は、光学測定技術を使用しており、多くの場合、1 ppm の濃度まで測定できます。この技術は 24 時間年中無休のオンライン監視を提供しますが、一般的な地表水で水の濁度が高い場合に誤った結果が生じる可能性があります。検出器は、粒子がシステムを詰まらせる可能性があるため、サンプルチャンバーの定期的なメンテナンスとクリーニングが必要です。

さらなる技術として、光イオン化検出器 (PID) や E ノーズ技術 (E-NOSE) など、より費用対効果が高く、より高速でポータブルな VOC 検出方法があります。

光イオン化検出器 (PID) は、紫外線 (UV) ランプを使用して入ってくるガスを照射します。UV エネルギーは分子をイオン化し、イオン電流を生成してから測定します。PID は広帯域検出器であるため、選択的ではありません。それらは、検出器を通過する使用中の UV ランプと同様のイオン化エネルギーを持つすべての分子をイオン化します。これは、広範囲の VOC の検出に優れており、VOC 濃度をすばやく一点測定することができます。

VOC	工業発生源
BTEX (ベンゼン、トルエン、エチルベンゼン、キシレン)、ヘキサン、シクロヘキサン、トリメチルベンゼン	ガソリン、ディーゼル、燃料油、塗料用シンナー、油性のステインと塗料、殺虫剤、ミネラルスピリット (ペトロール)、家具つや出し剤
アセトン、エチルアルコール、イソプロピルアルコール、メタクリレート、酢酸エチル	マニキュアとリムーバー、コロソ、香水、消毒用アルコール、ヘアスプレー
テトラクロロエテン (PERC) およびトリクロロエテン (TCE)	ドライクリーニング液、染み抜き剤、布/革用クリーナー
d-リモネン (柑橘系の匂い)、a-ピネン (松の匂い)、イソプレン	柑橘類 (オレンジ) 油または松油のクリーナー、溶剤、および一部臭気マスキング製品
テトラヒドロフラン、シクロヘキサン、メチルエチルケトン (MEK)、トルエン、アセトン、ヘキサン、1,1,1-トリクロロエタン、メチル-イソブチルケトン (MIBK)	PVC セメント・プライマー、各種接着剤、コンタクトセメント、模型セメント
塩化メチレン、トルエン、四塩化炭 (古い製品には含まれている可能性があります)	塗装剥離剤、接着剤 (のり) 剥離剤
塩化メチレン、PERC、TCE、トルエン、キシレン、メチルエチルケトン、1,1,1-トリクロロエタン	脱脂剤、エアゾール浸透油、ブレーキクリーナー、キャブレタークリーナー、市販の溶剤、電子機器クリーナー、スプレー潤滑剤
1,4-ジクロロベンゼン、ナフタレン	防虫剤、防虫剤、消臭剤、消臭剤
フロン (トリクロロフルオロメタン、ジクロロジフルオロメタン)	エアコン、冷凍庫、冷蔵庫の冷媒、除湿機
ヘプタン、ブタン、ペンタン	一部の塗料、化粧品、自動車製品、皮革処理剤、殺虫剤用のエアゾール スプレー製品
ホルムアルデヒド	布張り家具、カーペット、合板、プレス木材

表 1. VOC の主な工業発生源

PID にはいくつかの明らかな欠点もあります。

- 水蒸気、結露、急激な温度変化により、温度管理されているところで 0.1 ppm、なければ 1 ppm 程度、性能が下がる可能性がある
- PID には**定期的なメンテナンス**と校正が必要；UV ランプ、ドライバ、検出回路
- ほこりやマイクロプラスチックが結露を起こさせる可能性があるため、セルの定期的な洗浄が必要
- 校正には、10ppm の圧縮イソブチレンガスを使用し、**高額で複雑**

E-NOSE テクノロジーは、2 つの電極間の非導電性物質（基板）に適用される半導体材料を使用します。基板は、分析対象ガスの存在によって半導体材料の導電率が可逆的に変化する温度（約 400 °C）まで加熱されます。

- ガスが存在しない場合、酸素は表面でイオン化する
- 分析対象ガスの分子が存在する場合、それらは酸素イオンを置換し、導電率に影響を与える
- この変化は複合的な電子回路で測定され、測定されるガスの濃度に正比例する



図 3. 水面に浮く油汚染

これにより、相応する分子が半導体表面と相互作用するため、E-NOSE は**広帯域 VOC 検出器技術**となります。このタイプのセンサー技術を使用した機器が、MS1200 水中油モニタです。

この方法には、次の利点があります。

- 高感度、検出できる **VOC 濃度レベルは、1 ppb まで**
- センサーは長寿命で、クリーニング不要
- モニタに使用されている消耗品は、ダストフィルターと活性炭の 2 つのフィルター素材のみ。フィルターの交換は 6 ヶ月単位。
- 強力なセンサー技術により、機器は 24 時間年中無休の検出と、正確な測定を提供する**オンライン監視システム**に適用

確認（バリデーション）手順が開発されました。この方法は、水溶液に 200 ppb のトルエンを導入し、モニタは空気/トルエン蒸気混合物をサンプリングしてその反応を確認します。

マルチセンサー社 トータル VOC センサーの動作原理

半導体粒子が空気中に高温で加熱されると、酸素が半導体の電子帯構造内からの自由電子を捕えながら表面に吸着します⁷。

これらの電子は表面で固定され、空間電荷層（n 型半導体の場合）として知られる電子が枯渇した領域を作り出します。空間電荷層は、フラット 帯域シナリオと比較して、伝導帯における上向きの帯域の屈折であると説明できます。

還元の分析分子が存在する場合、または実際に半導体の表面に競合吸着を起こさせるような種が存在する場合、その表面にある酸素分子種数は減少します。このプロセスは、固定化された電子を解放して伝導帯に戻し、帯域の曲がり逆にして、空間電荷層を減少させます。これにより、導電率が増加します。導電率の増加の規模は、表面に存在する分析分子の数に正比例します。

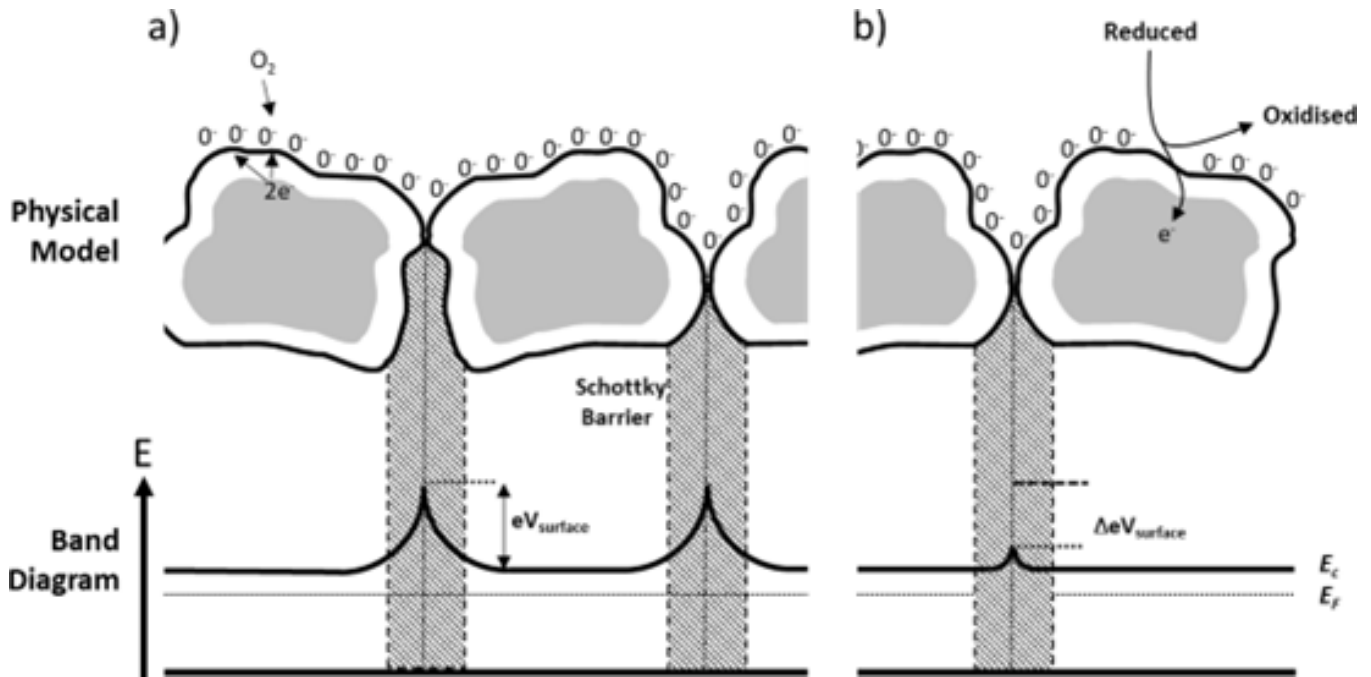


図 4. a) 空气中で加熱された半導体のバンド図と物理モデルを示す概略図。

b) 同じ半導体が反応して伝導率を増加させる還元分析分子にさらされている概略図。

図 4 は、一般的に受け入れられているイオン吸着理論の分子モデルであり、また分析分子にさらされたときに半導体の電子バンド構造がどのように変化するかを模式的に示しています。⁸

分析分子が表面から離れると、酸素が再吸着し、バンドの曲がりが増加します。このプロセスは、しばしば回復と呼ばれます。分析分子が脱離し、表面が初期状態に回復するまでの時間は、多くの要因に依存します。同様に、センサーの全体的な感度は、一連の複雑な特性によって決定され、調整も可能です。

すべてをまとめる：マルチセンサーシステムのアプローチ

水中油分析装置は、Krishna Persaud 教授 (PhD、王立化学会フェロー、FInstMC9) によって開発された E-NOSE 技術、半導体物理学、ヘンリーの分圧の法則を組み合わせで誕生しました。

動作原理は、測定対象の水の入ったサンプル タンクから発生するヘッドスペースのガスを測定します。理想的には、一定の保護のために水が継続的に流れているようにします。

ヘンリーの法則¹⁰により、ヘッドスペース内の気体の濃度は水中の物質の濃度に比例します。したがって、ヘッドスペース内のガスの測定が、サンプル水中の汚染物質の濃度を測定する技術となるのです。

MS1200 は、前述の様に、サンプル タンクに水を通すことによって機能します。水中の揮発性成分は、サンプル水の上部のヘッドスペースに入り、平衡を形成します。

ヘッドスペース内のガスは継続的にサンプリングされ、ヘッドスペース内の揮発性有機化合物 (VOC) に反応するセンサーを通過します。この反応は装置によって分析され、ヘッドスペースに存在する濃度と水中の濃度との関係に基づいて濃度値が判明します。

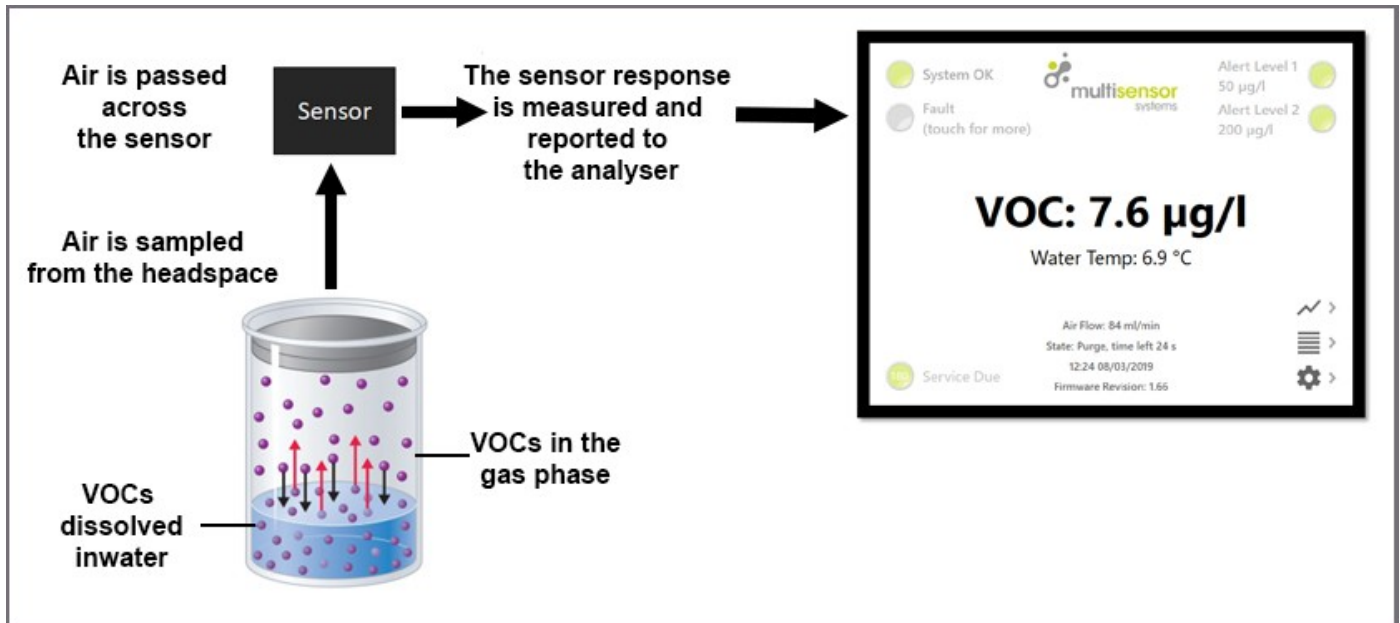


図 5. ヘッドスペースからの サンプリングの システム図

この機構のおかげで、汚染イベントが発生した時に迅速に測定し、ユーザーが適切な措置を講じてプロセス、フィルター、資産を保護することが出来、**運用をスムーズに継続**することが出来ます。

MS1200 は現在、英国および世界中の数百のサイトに設置されており、日常的な汚染イベントから浄水場を保護するのに役立っています。最初の装置を設置し、その利点がわかると、多くの水道会社が、重要な取水口を保護するために追加の装置を繰り返し購入しています。通常は、リスクが最も高い地域から導入されています。

MS1200 : オンラインの水中油分析装置

次の表は、MS1200 の最も重要な仕様の一部をまとめたものです（2020 年 4 月現在）。最新バージョンを確認するには、次のリンクを参照してください。

<https://www.multisensorsystems.com/ms-products/oil-in-water-analyzer/>

多くの取水口が遠隔地であることを考慮し、MS1200 は頑丈で、メンテナンスが簡単にできる、信頼がおける設計になっています。それは、交換部品及び保守サービスの両方の面からです。

設置は非常に簡単です。装置は、電源の接続及び、サンプル水の引き込みから廃水までの配管設置を行います。二つのパネルに取り付けられた状態で納品され、壁または設置枠に直接ボルトで固定します。

現場での装置のバリデーション（検証）は、標準濃度を準備したマルチセンサー**検証キット**を使用し行われます。

技術仕様

項目	使用条件		備考
	下限	上限	
検出範囲	1 ppb	3000 ppb	設置時に変更可能
表示範囲（デフォルト）	0 ppb	1000 ppb	表示範囲（デフォルト）
再現性精度	-2%	+2%	注 1 参照
測定精度	-10%	+10%	注 1 参照
測定周期	連続		15, 20, 30, 60 分での周期に変更可能
動作温度範囲	0 °C	40 °C	注 2 参照
サンプル水温度範囲	1 °C	40 °C	注 2 参照
アナログ出力	4 mA	20 mA	任意の範囲に設定可能、最大荷重：900 Ω
絶縁 アナログ出力	DC400 V		
リレー 電圧		50 V	3x: NO および NC 接点付きのアラーム 1、アラーム 2、および漏電保護
リレー 電流		5 A	
サービスインターフェース	USB タイプ A から PC		標準タイプにマルチセンサーソフトウェア付属
データ保存先	マイクロ SD カード		6 ヶ月
機器のケース	IP65		軟鋼コーティング
機器 重量	16 kg		
サンプル容器 材質	ステンレス		オプション: PVC
サンプルリングシステム 重量	12 kg		風袋重量
サンプリングシステム 寸法	570 x 490 mm		
サンプリングシステム 容量	3 リットル		
流量リミットスイッチ	流量が設定値以下の場合接点閉じる		他のオプションも可能
水流量	2 ℓ/min		
システム全体 寸法	1170 x 490 x 300 mm		2 枚のポリ塩ビニール製の板に設置
供給電圧	AC90 V	AC240 V	50 Hz/60 Hz 共用
電力消費量			
標準		15 W	通常稼働時 10 W
タッチスクリーン		45 W	通常稼働時 20 W

注 1: 標準実験室条件下で NIST 標準トルエンガスにて校正の場合 30~3000ppb までは +/-10%。必要なポイントでの特注校正により精度の向上が可能。; 注 2: プロセスおよび周囲条件によっては、環境制御が必要になる場合があります。

消耗品

6 ヶ月ごと：各フィルター、リストリクター（絞り弁）

適宜：エアープンプ（通常 18~36 ヶ月毎が目安）

サービス

機器を最適な状態に維持するために、6 ヶ月毎の定期点検をお勧めします。

サービスは、マルチセンサー社にてトレーニングを受けた技術者にて行われます。



フィールドデータ

実験室試験

外部試験

ここからは、マルチセンサー社の数年にわたって実施された、さまざまなデータやグラフ（フィールドや研究所によるテスト）を見ていきます。

このデータの最終更新日は2021年6月です



フィールドデータ

Multisensor 社は長年にわたり、水中油モニタの開発だけでなく、さまざまな取水の動態、段階、特性の理解においても豊富な知識を蓄積してきました。

以下の図は、MS1200 が監視している河川のデータです。浄水場が取水する河川の取水口に設置された機器からのものです。

ほとんどの場合、機器は特定のアプリケーションで、約 10 ppb を「バックグラウンドノイズ」として読み取ります。この機器を設置してから 1 カ月後、60 ppb を超える「高レベル アラーム」と 30 ppb を超える「低レベル アラーム」が発令されたことがわかります。汚染であるこれらの鋭いピークは、標準の GCMS サンプルング方法では検出できません。

図 7 は、英国のある浄水場が、通常非常にきれいな井戸から水を汲み上げているサイトからのものです。

最初は、読み取り値が約 0 ppb ですが、ポンプのスイッチがオフになり、井戸からの水が使用されなくなるまで増加し続けます。広域な調査の結果、次のメッセージが浄水場から送られました。

「火曜日に採取した井戸 4 のサンプルは、GCMS の検出を免れていたようでした。2 回目の最後のサンプリングでは、炭化水素は明白でした。試料採取口とハイドロカーボンモニタの排水口から採取されたサンプルの両方に、4-クロロ-2-メチルブタノールと 2-メチル-4-ブロモブタノールと思われる大きなピークを伴った結果が戻ってきました。それは溶剤でした。濃度についてさらに詳しい情報を求めましたが、検査機関の都合により情報の入手が遅れていて、まだ受け取れていません。現場に戻って汚染の調査をするしかありません。」

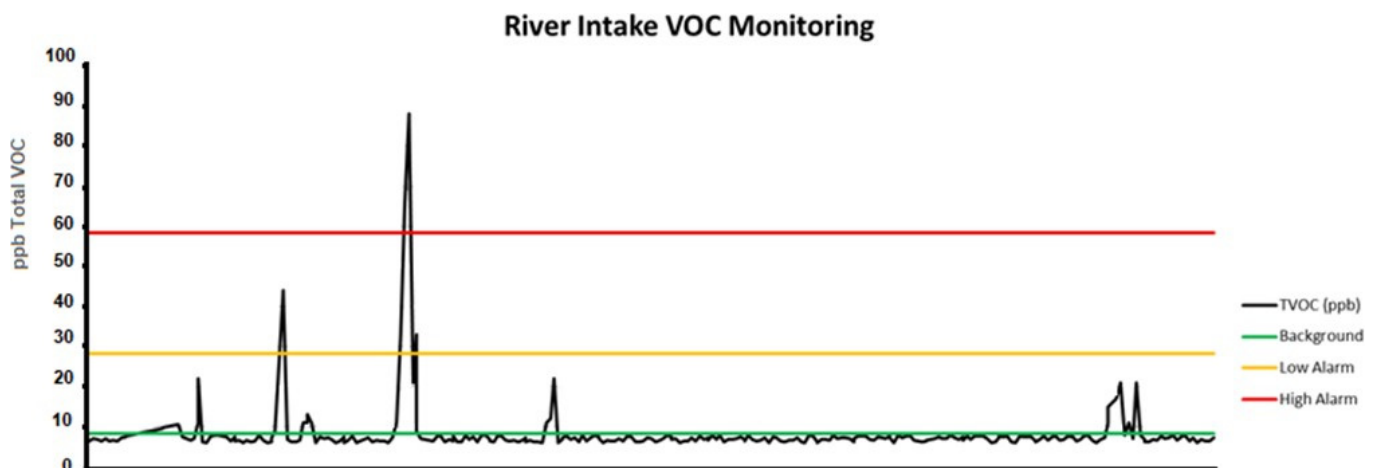


図 6. 長期にわたる取水口での TVOC レベル

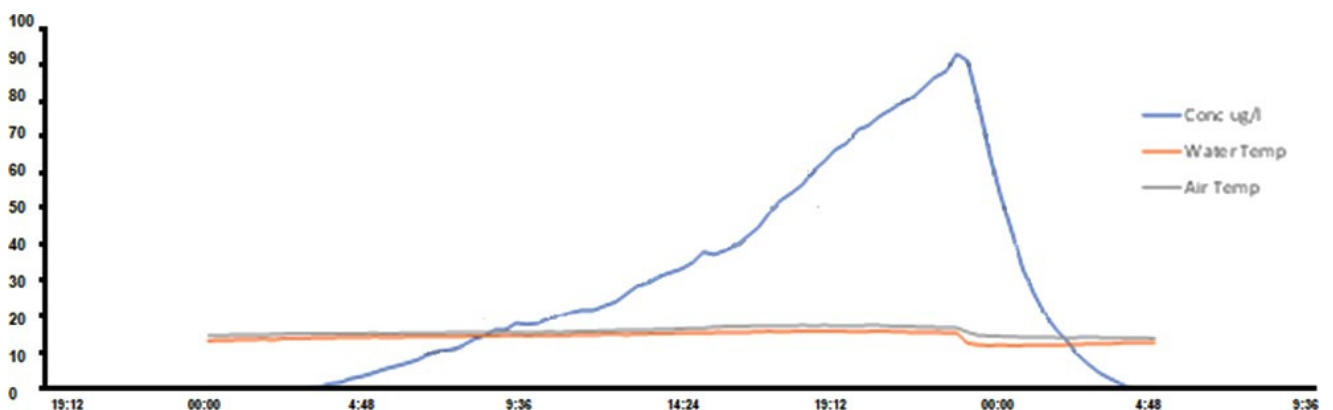


図 7. 掘削孔で検出された汚染事象

この例から、汚染事象を検出する VOC システムが水の抽出点で総 VOC である方が、良い理由がわかります。今回、いずれの化合物も、水の抽出点の標準的な GCMS テストに含まれていませんでした。そのため、これらの濃度変化は見逃され、これらの化合物は飲料水に浸透した可能性があります。

実験室試験

フィールドのデータは、機器が実際の条件でどのように機能するかを理解するために重要ですが、特定の物質や条件を実際の現場で当てはめることは難しいです。そのため、私たちは数多くの実験室試験を実施しています。

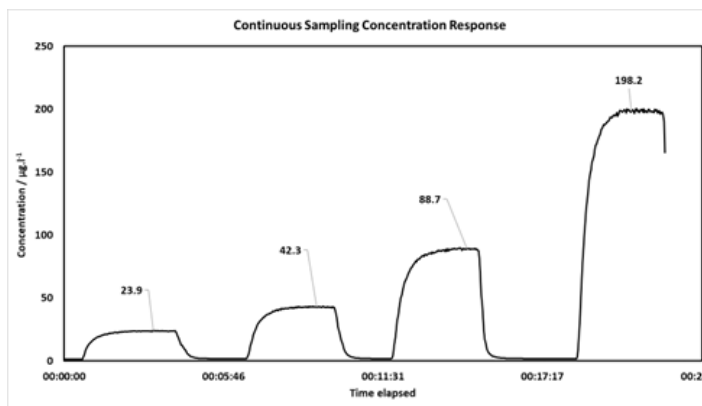


図 8. 応答速度 - 連続モード

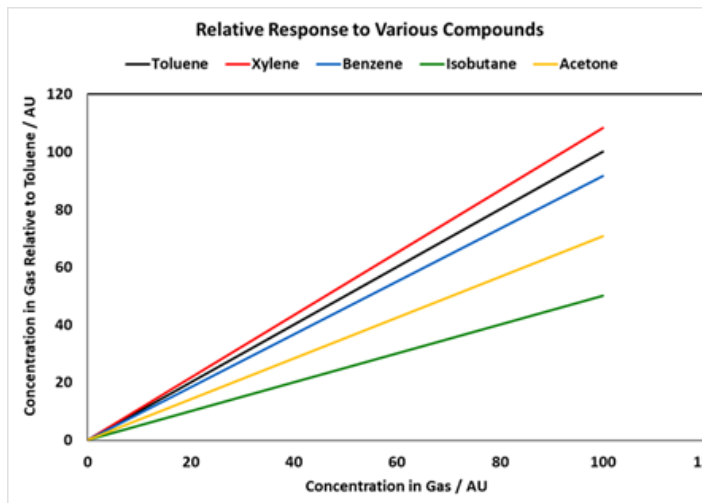


図 9. さまざまな化合物に対する反応

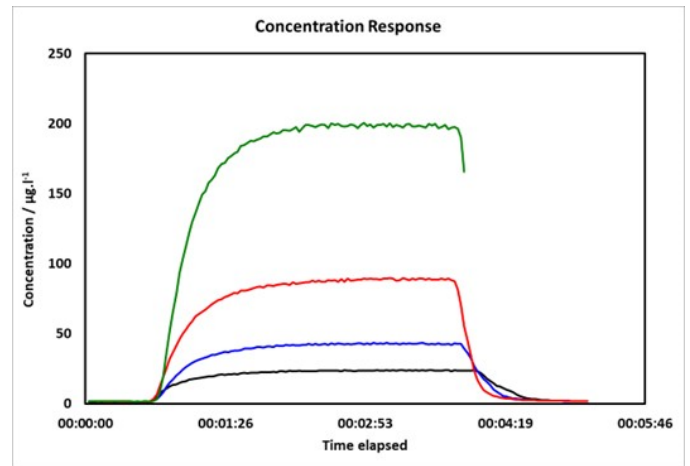


図 10. — さまざまな濃度に対する反応

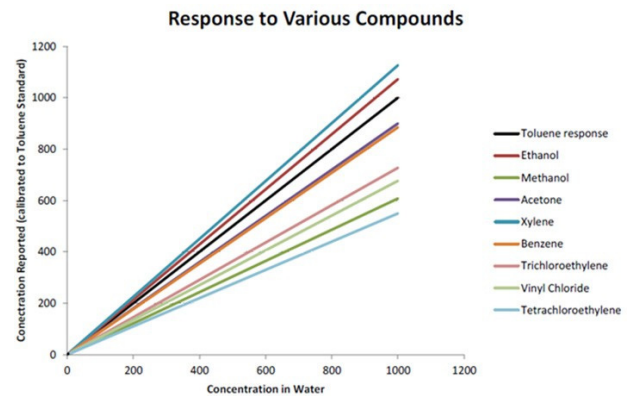


図 11. — より多くの化合物に対する反応

これらすべてのテストは、システムが膨大な数の異なる化合物に反応し、非常に迅速に反応することを示しています。取水口は、浄水場の近くまたは遠くに配置されることがあります。つまりそれらの特定の状況に応じて、水が浄水場に到達するまでに数分から数時間かかることになります。

さらに、一部の地域では、規制により個別の分析と継続的な分析が必要になります。

そのためには、さまざまなサンプリング期間を実施する必要があります。場合によっては、継続的なサンプリングと非常に迅速な応答を必要とし、15 分、30 分、または 60 分ごとの測定が必要になります。

MS1200 は、それらの要件に対応するために、いくつかの異なるサンプリング時間を設定できます。

外部試験

MS1200 は、多くの独立した組織によっても試験されています。執筆日 (2020 年 4 月) での最新のテストは、2020 年 3 月にスロベニア国立衛生環境食品研究所によって実施されました。この試験報告書の成果がここに含まれています。

MS1200 テストに関する報告書

– 2020 年 3 月、スロベニア

2020 年 3 月 4 日のバリデーション (検証) に続いて、スロベニア国立健康・環境・食品研究所と共同で機器のテストが実施されました。サンプルボトルは、共同で合意された方法論によって準備され、同一サンプルの測定は、MS1200 (型式: MS1200-01 000195) を現場で、GCMS を国立研究所で実施されました。

現場の MS1200 の測定値は、表 3 に示すとおりです。

これらの結果は、表 4 で報告された研究所の GCMS の結果と比較されます。

これらの結果は、MS1200 がこの試験の条件下で水中のトルエンの濃度を正確に測定していることが確認できます。さらに、機器がこの試験条件下で同じ校正を利用して、水中の BTEX 濃度を正確に測定していることが報告されています。

この試験に使用された条件は、実際の測定条件に匹敵し、ボトルの測定方法は、サンプリング タンクの測定に類似するものでした。

この結果から強調できることは、MS1200 のオンラインの測定は、国家的に認定された政府研究所の GCMS と比較しても精度の高い測定システムであるということです。

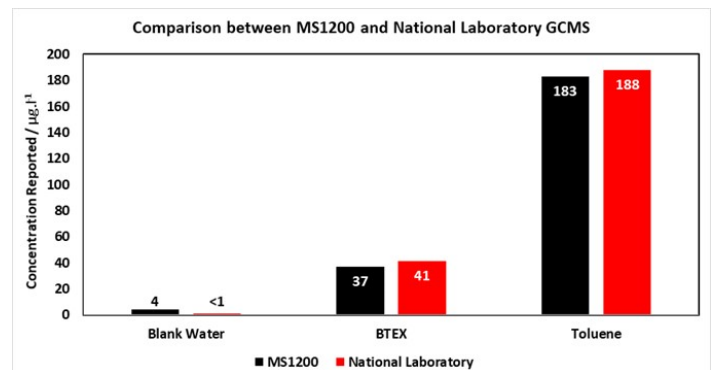


図 12. MS1200 と研究所結果との比較

サンプル	報告された濃度 / µg.l-1	温度/°C
0/ブランクサンプル	4	15.05
50µg.l-1BTEX	37	14.53
200µg.l-1トルエン	183	14.45
50µg.l-1BTEX -繰り返し測定	38	14.23
タンク測定	8	10.36

表 2. 測定は、約 84 ml.min-1 の気流速度で 20 分のサンプリング間隔で実施されました。機器は、マルチセンサーの標準方法を使用して、トルエンに対して校正およびバリデーション (検証) されました。

サンプル	報告された濃度 / µg.l-1
0/ブランクサンプル	<1µg.l-1
50µg.l-1BTEX	41µg.l-1
200µg.l-1トルエン	188µg.l-1

表 3. 測定は GCMS 機器 (GC - Agilent 6890N, MS - Agilent 5975) で実施されました。セパレーションは、キャピラリー カラム (Agilent J&W DB - 624 UI キャピラリー カラム; 121-1324; 20m x 180 µm x 1µm)で行いました。GCMS 検出には SIM モードを使用しました。

試験された化合物のリスト

総VOC をリスト化する事は、現実的ではありませんが、実際に試験された化合物がいくつかあります。

略語

MSL=マルチセンサー 実験室または検出可能
ケーススタディ =お客様から提供された情報

化合物	テスト済み	備考
ベンゼン	✓	国立研究所でテスト済み
クロロベンゼン	✓	マルチセンサー研究所 (MSL)
エタノール	✓	MSL
アセトン	✓	MSL
塩化ビニル	✓	MSL
テトラクロロエチレン	✓	MSL
イソブタン	✓	MSL
ジクロロベンゼン	✓	MSL
エチルベンゼン	✓	国立研究所でテスト済み
イソプロパノール	✓	MSL
イソプロピルベンゼン	✓	MSL
ナフタレン	✓	MSL
スチレン	✓	MSL
トルエン	✓	マルチセンサーシステム標準
トリメチルベンゼン	✓	MSL
キシレン	✓	国立研究所でテスト済み
クロロホルム	✓	MSL
メタノール	✓	MSL
トリクロロエタン	✓	MSL
トリクロロエチレン	✓	MSL
4-クロロ-2-メチルブタノール	✓	ケーススタディ
2-メチル-4-ブロモブタノール	✓	ケーススタディ
溶剤の種類	✓	MSL
浸透した油	✓	MSL
BTEX 混合物	✓	国立研究所でテスト済み
ディーゼル	✓	MSL
ガソリン	✓	MSL
アルコール類	✓	MSL
n-ヘプタン	✓	MSL
ホルムアルデヒド	✓	MSL
アセトアルデヒド	✓	MSL
酢酸	✓	MSL
プロパン酸	✓	MSL
トリメチルアミン	✓	MSL
メチルメルカプタン	✓	MSL
メタン	✓	MSL

表 4. MS1200 によって検出される VOC の包括的リストの一部

ケーススタディ

最新のケース スタディは、こちらをご覧ください。

<https://www.multisensorsystems.com/ms-casestudies/>

現場での MS1200 水中油モニタ

このデータの最終更新日は 2021 年 6 月です



ケース 1: 河川取水口における石油関連汚染物のモニタリング

分野

浄水

用途

事故で発生した河川の炭化水素汚染を取水口でモニタリング

ユーザー

北イングランドの水道会社

設置年

2014 年



図 13. 別棟に設置されたユニットの写真。設置された装置は PLC に接続されており、PLC は逐次データを保存し、事故が発生した場合にアラームを作動させて取水口のポンプのスイッチをオフにする。

問題

2013 年初頭、地元の石油化学工場から川への油流出事故がありました。同じ川から水を汲み上げている水道会社は、高レベルの炭化水素汚染に見舞われました。

これにより、水道供給を停止し、フィルター、パイプの洗浄および交換作業により高い費用が掛かりました。

製品

MS1200-01-SYS 標準バージョン、4~20mA

設置状況

取水する河川から 70 m 離れた場所にある建物に設置され、15 分おきに水に含まれる炭化水素と VOC の検査が行われました。検出された値が上がるとアラームが発動し必要な処置がとられるようになりました。設置されたシステムのおかげで、今までにこの水道会社の水の安全を守るケースが 2 回ありました。

ケース 2: 貯水池に流れ込む水の炭化水素汚染のモニタリング

分野

浄水

用途

小型の貯水池につながる水路に農地や食品工場などから流れ込む汚染物をモニタリング

ユーザー

南イングランドの水道会社

設置年

2015 年

問題

飲料水処理工程に水を供給する貯水池で続いていた小さな汚染が拡大して 2016 年には大きな問題となってきました。

製品

MS1200-01-SYS 標準バージョン、4~20mA

非常に高い濁度に対応した特殊仕様のタンク

設置状況

装置は現場にある小さな建物に設置され、水はポンプで供給されて 15 分おきに炭化水素と VOC の分析が行われます。そのレベルが増加すると MS1200 は、警報リレーを使って水門を閉じ、汚染が無くなるまで水の流れを変えて貯水池に影響を与えないようにします。

MS1200 は、深刻な汚染から貯水池を守りました。大規模な事故が起こるときは、別の場所から貯水池へ給水するように配管されました。

ケース3: ボーリング孔における燃料汚染のモニタリング

分野

井戸のモニタリング

用途

ディーゼル油が漏れた為帯水層が汚染されていないことを確認する井戸へのモニタリング

ユーザー

水道会社（イングランド）

設置年

2017 年



図 14. — 別棟に設置されたユニットの写真。このユニットは、汚染が発生した場合に貯水池から流れを逸らす水門を制御。



図 15. — 井戸の隣の建物に設置されたユニットの写真。

問題

水道会社は従来ディーゼル駆動のポンプを使っており、ディーゼル油を地面にしみ込ませてしまったことがあるので、当該エリアが十分に隔離されていて安全であることを確認する必要がありました。

製品

MS1200-01-SYS 標準バージョン、4~20mA、
リレー出力

設置状況

ディーゼル油が地中にしみ込んだことによりその地域が隔離され、水道会社はディーゼル油が帯水層に達していないことを確認する必要がありました。機器を設置してから数か月経った時点で VOC が高い値を表示するようになったが、ディーゼル油は検出されませんでした。さらに広範囲の調査を実施した結果、他の 2 種類の溶剤が帯水層で検出されました。汚染の原因調査は今も続けられており、汚染水が工場のネットワークに広がるのを阻止するために、この帯水層の使用は中止されています。

ケース 4 : 鉄やマンガンを多く含んだ掘削孔における炭化水素のモニタリング

分野

飲料水

用途

石油が流出した掘削孔の汚染のモニタリング

ユーザー

水道会社（イングランド）

設置年

2014年

問題

飲料水用の掘削孔の炭化水素のレベルの検査が必要になり、水道会社では UV をベースにしたシステムを使うことを試みましたが、鉄およびマンガンが原因でシステムが数日で機能停止となりました。

製品

MS1200-01-SYS 標準バージョン、4~20mA

設置状況

装置は井戸の上部に設置され、炭化水素のレベルは 10ppb 以下でした。ユニットは 6~18ppb の濃度のディーゼルで検証され、また現場での動作を検証しました。

設置されたユニットは、その後故障もなく、水中で鉄やマンガンの濃度が高いレベルであっても影響を受けていません。



図16.-2014年に設置されたMS1200

総括

この文書では、水源と取水口を汚染事故から保護する主な理由を、人々に高い水質を保証することと、高いコストと損害から浄水場を保護することの両方の観点から考察してきました。

水の総 VOC 含有量を測定することは、さまざまな汚染事象を監視するための優れた方法であることが示され、VOC を検出できる多くの技術が議論されてきました。

MS1200 トータル VOC モニタとその E-NOSE 技術は、水中の VOC の高精度広帯域検出に優れていることが示されました。最後に、一連のケース スタディや例は、MS1200 によって提供される TVOC の確かなオンライン測定が、国立研究所の試験に耐えただけでなく、長年にわたり数百万ドルの損害から浄水場を救ったことを明らかにしました。

Multisensor Systems 社は、水中の汚染物質を検出するための最高のソリューションと技術を提供する様これからも努めてまいります。

ご質問やご相談したい特定のアプリケーションがございましたら、お気軽にお問い合わせください。



Note : 注釈

1. <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/facts-and-figures/all-facts-wwdr3/fact-36-industrial-wastewater/>
2. https://www.epa.gov/sites/production/files/201603/documents/fact_sheet_draft_variation_march_2016_revision.pdf
3. <https://www.statista.com/statistics/1065058/china-share-of-river-water-quality-across-the-country/>
4. <https://www.eea.europa.eu/publications/state-of-water/>
5. <https://www.epa.gov/tsca-inventory/about-tsca-chemical-substance-inventory>
6. <http://dwi.defra.gov.uk/research/completed-research/reports/DWI70-2-292.pdf>
7. N. Yamazoe and K. Shimano, "Basic approach to the transducer function of oxide semiconductor gas sensors," *Sensors Actuators B Chem.*, vol. 160, no. 1, pp. 1352–1362, Dec. 2011, doi: 10.1016/j.snb.2011.09.075.
8. M. E. Franke, T. J. Koplin, and U. Simon, "Metal and Metal Oxide Nanoparticles in Chemiresistors: Does the Nanoscale Matter?," *Small*, vol. 2, no. 1, pp. 36–50, Jan. 2006, doi: 10.1002/smll.200500261.
9. Prof. Krishna Persaud is one of the directors of Multisensor Systems and the Chief Scientific Officer for the company. The first prototype was conceived in the early 2000s' to help a UK water company to protect its activated carbon filters from pollution events.
 Krishna Persaud 教授は、Multisensor Systems 社の取締役の 1 人であり、同社の最高科学責任者です。最初のプロトタイプは、2000 年代初頭に、英国の水道会社が活性炭フィルターを汚染から保護する目的で考案されました。
10. <https://equilibriumthermodynamics.weebly.com/henrys-law.html> より画像引用