

## 緊急時における原因物質等調査手法の活用

環境監視部門 化学環境係 大橋和也・中村忠貴・佐貫典子<sup>1)</sup>・古角恵美・柴田果歩

### 1. 目的

企業の環境意識やコンプライアンス意識の向上に伴い、法令順守や環境保全に関する取り組みが強化されているが、水質汚濁関連の事故・苦情は依然として発生している。水質汚濁事故が発生した際、行政部局により現場確認等の対応が実施されているが、流出源までたどれる痕跡がない場合、流出した化学物質に関する情報が不足するため、周辺の事業場に対する詳細な聞き取りが困難となり、原因が特定されないまま対応を終了せざるを得ないケースもしばしばある。

また、近年は、豪雨で浸水した工場から化学物質が流出する事案が発生する等、気候変動に伴う水質汚濁関連の事故のリスクが高まっている（図1、図2）。このため、水質汚濁事故が発生した際、原因となる化学物質の特定に活用できる分析方法を検討した。

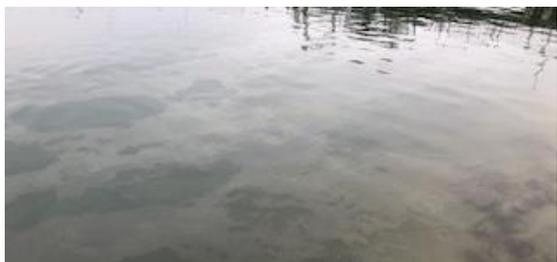


図1 油膜事案



図2 浸水被害

### 2. 研究内容と結果

#### 【サブテーマ① 事故時等の原因物質等分析手法の再構築】

##### (1) 油膜事案における油種の判別法の検討

油類の漏洩による水質汚濁事故への対応を想定し、2023～2024年度に油種判別のためのヘッドスペースガスクロマトグラフィー質量分析法（HS-GC/MS法）を使用した分析手法の検討を行った。

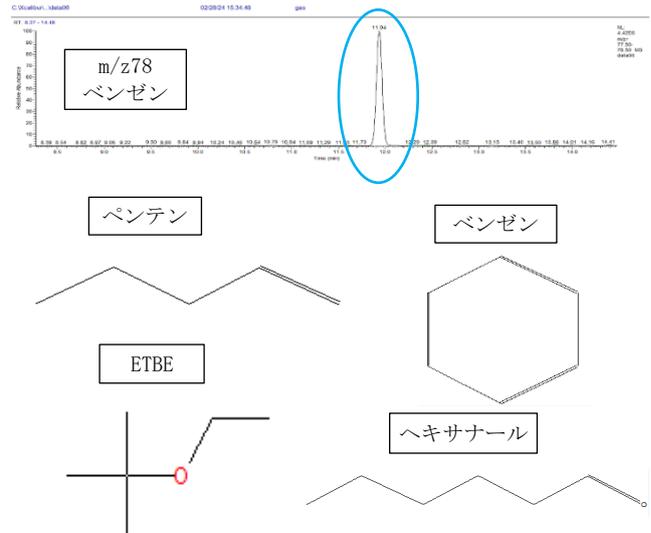
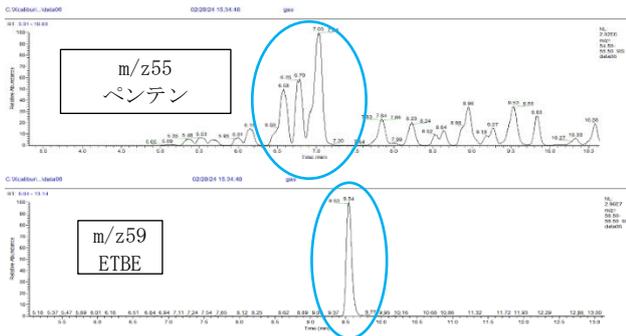
試験のため以下の11種の油を選定・収集し、これを標準品とした。標準品の選定については現場環境事務所へのアンケート結果を参考とした。メーカーによる差異を比較するため、ガソリン、灯油、軽油、エンジンオイルについては3社、重油については2社の製品を収集した。

燃料油（鉱油）	ガソリン、混合ガソリン、灯油、軽油、重油
機械油（鉱油）	エンジンオイル（鉱油）
植物油	菜種油、オリーブオイル、大豆油、ごま油、米油

検討の結果、ガソリンではメーカー、植物油では原料植物の違いに関わらず、時間経過による揮発の影響を加味しても共通する成分があり、判別が可能であることが分かった（図3）。しかし、灯油、軽油、重油、エンジンオイルでは、これらを判別するための特徴的なピークパターンを発見することはできなかった。フーリエ変換赤外分光光度計（FT-IR）でも検討したが、油種の判別はできなかった。

1) 衛生科学センター

① ガソリンの判別のためのピークパターン



② 植物油の判別のためのピークパターン

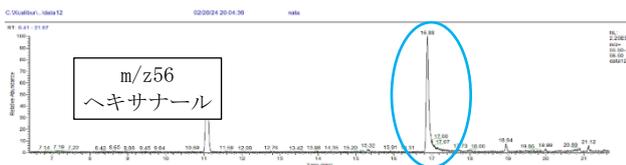


図3 判別のためのピークパターン

(2) 泡立ち事案の原因にかかる分析の検討

泡立ち排水の主要因のひとつである界面活性剤3種（陰イオン系、陽イオン系および非イオン系界面活性剤）について、泡立ち限界濃度（陰、陽イオン系：0.2 mg/L、非イオン系：0.02 mg/L）の試料を固相抽出カートリッジで濃縮・精製して検液を作成し、比色法および顕微FT-IR（フーリエ変換赤外分光光度計）による定性分析を検討した。顕微FT-IRでは検液を乾固させた試料を用いて分析を行った。

検討の結果、陰イオン系では比色法で明瞭な呈色を示し、顕微FT-IRでも標準スペクトルと一致率が高い結果が得られた。陽イオン系では比色法ではブランク水と泡立ち限界濃度水との吸光度差は僅かであり、判別にはより多くの試料量がいるものと推察されたが、顕微FT-IRでは標準スペクトルと比較的一致率が高い結果が得られた。非イオン系では他系より多量の試料量（1,000 mL）を濃縮することで、漸く比色法で判別可能な結果が得られたが、顕微FT-IRでは標準スペクトルに相当するスペクトルは確認できなかった（表1および図4）。

表1 界面活性剤の比色法結果

	陰イオン	陽イオン	非イオン
測定波長	650nm	485nm	510nm
使用試料量	50mL	50mL	1000mL
吸光度（ブランク水）	0.057	0.118	0.148
吸光度（泡立ち限界濃度水）	0.307	0.135	0.315

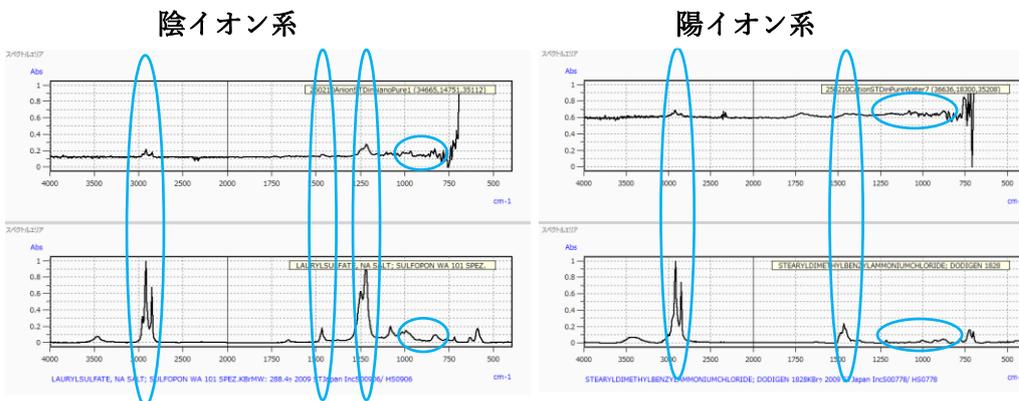


図4 界面活性剤の顕微FT-IR スペクトル結果

【サブテーマ② 緊急時原因物質等調査手法への活用】

2019 年度より、国立環境研究所と地方環境研究所による共同研究（Ⅱ型研究）において、災害時に流出等が懸念される物質の迅速測定法である全自動同定定量システム(AIQS-GC)を構築し、多数の化学物質の測定を可能にする網羅的簡易迅速測定法が開発されており、当センターもこの研究に協力してきた。

AIQS-GC は、約 1,000 物質の検量線情報、マススペクトル、保持時間といった情報がデータベースとして登録されており、これを用いることで、約 1,000 物質の化学物質の同定と半定量が可能となる。これにより、通常必要となる約 1,000 物質分の標準溶液の確保や検量線作成が不要となり、水質汚濁事故等が発生した際、原因となる化学物質やその流出源の特定のための分析手法として活用することができる。このことから、当センターにおいて、本法を適用するための検討を 2023 年度より行った。

2023 年度は環境基準値（水生生物の保全の水質環境基準および人の健康の保護に関する環境基準）や指針値（要監視項目（人の健康の保護に係る項目および水生生物の保全に係る項目））が定められている項目の 20 物質を対象として添加回収試験を行った結果、回収率 51～163%となり、水質汚濁事故等の発生時のスクリーニング分析として環境水の測定・解析が可能であることが示された。

2024 年度は AIQS-GC の精度確認のため、Ⅱ型研究において実施されたラウンドロビンテスト※に参加し、国立環境研究所から配布された共通水試料（環境水に 66 種農薬を添加）を分析に供した。その結果、添加回収率が 50～150%の範囲、また平均相対標準偏差が 30%以内に収まり、同研究所が目標とする分析レベルを満たすことが確認できた。

また、緊急時の分析データと比較するための平常時のデータ取得を目的として、2024 年 5 月から毎月琵琶湖・河川の環境基準点（9 地点）の表層水を採水し測定を行った。その結果、全地点においてアルカン類等が検出された（図 5）。

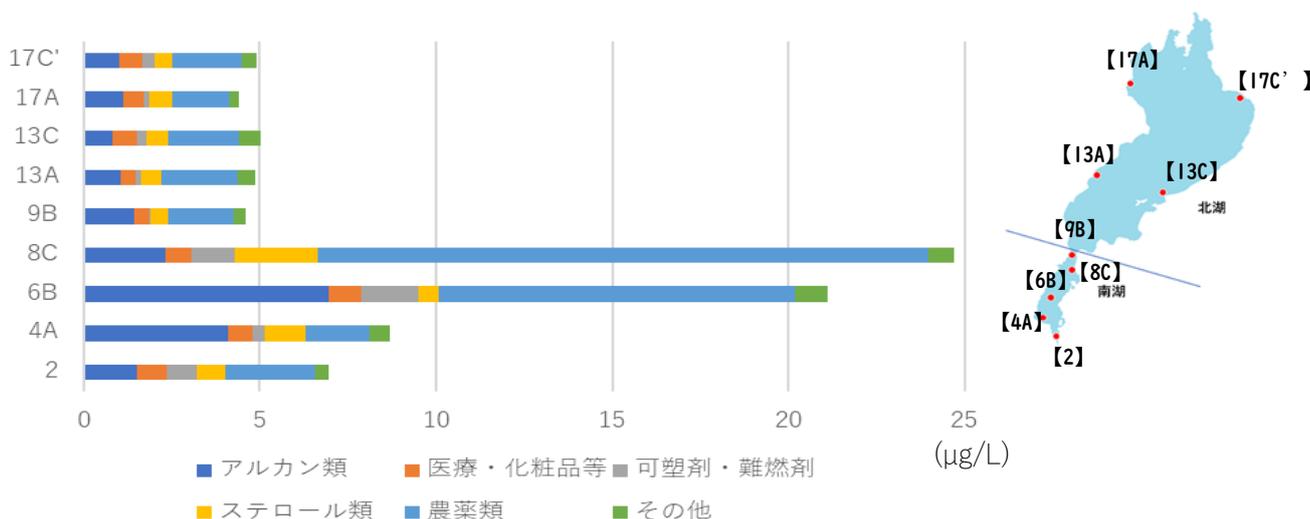


図 5 2023 年 11 月～2024 年 10 月調査の総検出濃度 (µg/L)

※ ラウンドロビンテストとは、複数の試験機関による同一試料の測定を行うことで、測定方法等の信頼性を検証する方法である。

### 3. まとめ

- ・水質汚濁事故等における原因物質の特定に活用するため、油膜事案と泡立ち事案を想定した分析方法を検討した。
- ・油膜の原因となる油の分析方法の検討では、HS-GC/MS を用いることでガソリンおよび植物油の判別が可能となった。しかし、灯油・軽油・重油・エンジンオイルについては、油種判別は困難であった。今後は、ガスクロマトグラフィー水素炎イオン化検出（GC-FID）等の別の分析方法による検討を行う。
- ・泡立ちの原因となる界面活性剤を泡立ち限界濃度で分析することを検討した。固相抽出カートリッジによる濃縮・精製を行い、比色法および顕微 FT-IR を用いることで、陰イオン界面活性剤および陽イオン界面活性剤の判別が可能であった。非イオン界面活性剤については、多量の試料を濃縮すれば比色法により判別できることが確認できた（サブテーマ①）。
- ・水質汚濁事故等が発生した際に流出した化学物質を特定するための分析手法として、国立環境研究所と地方環境研究所による共同研究（Ⅱ型研究）で開発された全自動同定定量システム(AIQS-GC)を当センターで適用するための検討を行い、約 1,000 物質について琵琶湖水のスクリーニング分析を実施した（サブテーマ②）。