

# Application News

## No.A452

光吸収分析  
Spectrophotometric Analysis

## “水道異物検索システム”による異物分析の 効率アップ

Introduction of a Search System for Contaminants Found in Tapwater

水道に混入する異物の原因物質は有機物、無機物を問わずさまざまなものが含まれます。このため、有機成分の定性だけでなく、金属元素の確認も必要となります。両方の情報がなければ異物の原因解明も十分ではありません。今回、水道に関する異物の原因物質を究明するために、有機成分の分析手法として赤外分光分析（FTIR）、元素分析の手法として蛍光X線分析（EDX）を取り上げました。

ここでは2種類の異物試料の分析を例に、水道異物検索システムの活用方法をご紹介します。

S. Iwasaki S. Watanabe

### ■水道異物の分析

Contaminants Found in Tapwater

水道に混入する異物の原因物質には、水道関連部材、鉱物、微生物など様々な可能性が考えられます。特にゴムや金属パッキン、各種シール材などの部材については、水道施設や給水設備の老朽化や工事に伴うものが主な原因となります。これらに対しては、より迅速に異物の原因物質を究明することが利用者に対して安心を与えることになります。

異物の正体を解明するために、FTIR分析とEDX分析を組み合わせると、有効な情報が得られます。FTIR分析では有機化合物や一部の無機化合物の定性情報を、一方、EDX分析では、鉄さびやスケール（カルシウムやマグネシウムなどの堆積物）など、赤外スペクトルからは同定することの難しい無機成分の定性および定量情報を得ることが可能です。また、主成分（有機物）が同一で、添加剤が異なるパッキン類などの定性や絞り込みなどにも有効です。さらに、どちらも1mm程度の試料を測定することができることもポイントです。

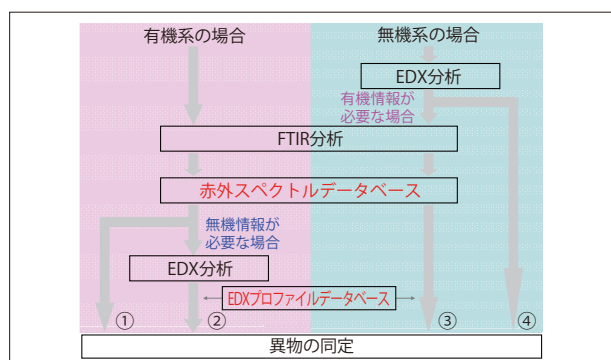


Fig. 1 水道異物検索システムを用いた異物の同定手順  
Procedure of Contaminant Analysis by Tapwater Contaminants Search System

### ■水道異物検索システムの特長

The Features of Tapwater Contaminants Search System

水道異物検索システムは、赤外スペクトルデータベースとEDXプロファイルデータベースの2つから構成されます。赤外スペクトルデータベースには実際に捕集された異物や市販の水道保守部品の赤外スペクトルを収録しています。実際の異物を集めたデータベースを使って検索するので検索の適合率が格段によく、異物の材質の定性結果以外にも、色、形状、硬さ、金属光沢の有無、測定手法も収録されていることが特長です。さらに、この赤外スペクトルデータベースにはEDXの分析結果から得られた元素情報も登録されており、EDXプロファイルデータベースで詳細をご覧いただくこと

もできます。EDXプロファイルデータベースには定性・定量情報の他、試料の写真も収録されています。

水道異物検索システムを用いた異物の同定手順をFig. 1に示します。これは分野に関わらず異物分析に共通するものですが、今回はこのフローチャートに従って水道異物の分析を行いました。

### ■有機系の異物の場合

Analysis of Organic Materials

まず、水道水中から検出された異物Aを観察したところ、金属光沢がなく黒色をしており、有機系の物質であると推定されました。有機系の異物の場合、Fig. 1に示す「有機系の場合」の手順に従い、はじめにFTIR分析を行います。水道水中異物の場合、目に見える異物であることが多く、1回反射ATR装置での測定が簡便です。

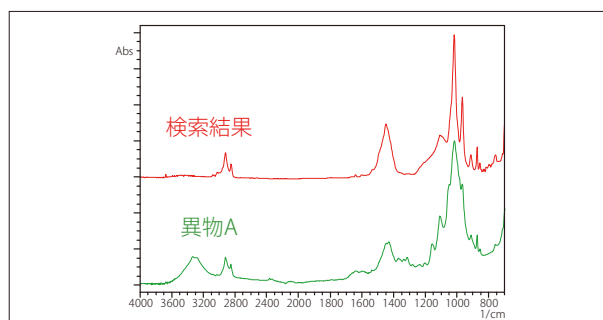
分析条件をTable 1に、装置外観図をFig. 2に示します。赤外スペクトルデータベースを用いて検索した結果をFig. 3に示します。これより、異物は「排水金具用パッキン」（主成分はSBS）と同等品もしくは類似品と分かります。

Table 1 装置および分析条件  
Instrument and Analytical Conditions

|              |                                       |
|--------------|---------------------------------------|
| Instrument   | : IRAffinity-1, MIRacle10 Ge, Diamond |
| Resolution   | : 4.0cm <sup>-1</sup>                 |
| Accumulation | : 40                                  |
| Apodization  | : Happ-Genzel                         |
| Detector     | : DLATGS                              |



Fig. 2 1回反射型全反射測定装置 MIRacle10 を装着した IRAffinity-1 の外観  
Overview of IRAffinity-1 Attached MIRacle 10 ATR Accessory



赤外スペクトルデータベースによる検索結果の詳細情報：  
「パイプ径 32 ミリ排水金具用パッキン \_ 灰 \_ 内側」  
材質: Styrene butadiene styrene (SBS), Calcium carbonate (CaCO<sub>3</sub>),  
Magnesium silicate (TALC, 3Mg<sub>4</sub>SiO<sub>3</sub>H<sub>2</sub>O)  
主要元素: Cl, Ca, Si, Mg, S, Zn, Ti  
色: 灰 形状: 樹脂/リング状 硬さ: 柔らかい 金属光沢: 無  
測定法: ATR (Diamond)

Fig. 3 異物 A の赤外スペクトルと検索結果とデータベースの詳細情報  
Infrared Spectra and Search Result of Contaminant A

次に、Fig. 1 の②に従って、元素情報を得るために EDX 分析を行い、FTIR 分析結果と対応する「排水金具用パッキン」の EDX プロファイルデータベースと照合しました。照合に用いたプロファイルを Fig. 4 に示します。主に Ca, Si, Mg などの元素が検出されていることが分かります。これは、FTIR で同定した炭酸カルシウムやケイ酸マグネシウム（タルク）の存在を支持する結果となっています。

ここで、EDX プロファイルデータベースの定量結果は、有機物が主成分の場合、赤外スペクトルの検索結果で判明した主成分（ここでは SBS）をバランスと仮定し、FP 法で計算しています。

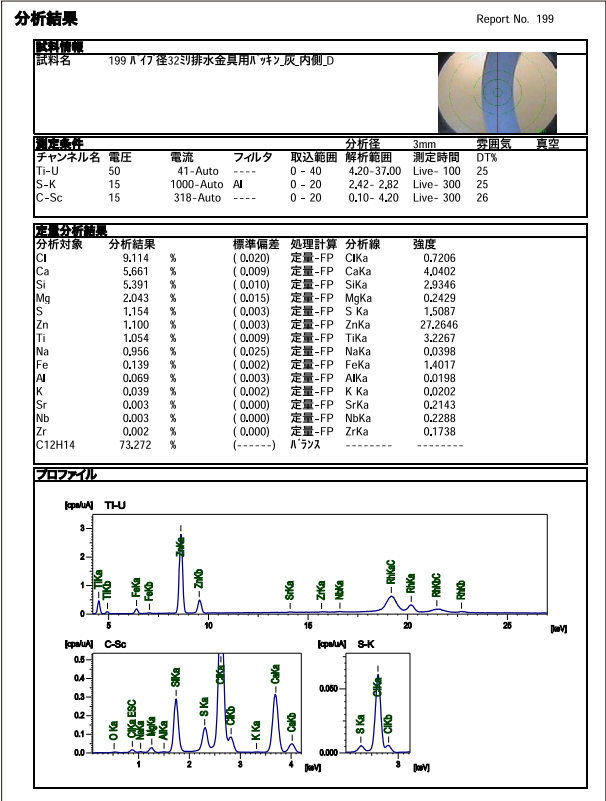


Fig. 4 「排水金具用パッキン」の EDX による定性・定量分析結果  
Qualitative and Quantitative Result of Discharge Pipe Packing by EDX

## ■無機系の異物の場合 Analysis of Inorganic Materials

次に、水道水中から検出された異物 B を観察したところ、金属光沢のある粉末試料でした。このことから、異物 B は無機系の物質であると推定されます。無機系の異物の場合、Fig. 1 に示す「無機系の場合」の手順に従い、はじめに EDX 分析を行います。分析条件を Table 2 に、装置外観図を Fig. 5 に示します。EDX 分析結果を Fig. 6 に示します。この異物は Fe が主成分として検出され、定量結果からも鉄さびと推定されます。

さらに、Fig. 1 の手順③に従って、異物 B を FTIR の 1 回反射 ATR 法で測定し、赤外スペクトルデータベースを用いて検索しました。赤外スペクトルの検索結果を Fig. 7 に示します。これより、異物は鉄さびと類似していることが分かりました。また、FTIR の検索結果でヒットした「鉄さび\_3」の EDX プロファイルデータベースと Fig. 6 の結果が類似していることも確認できました。このように、EDX プロファイルデータベースと赤外スペクトルデータベースにより、より正確な異物の同定を行うことができました。

Table 2 装置および分析条件  
Instrument and Analytical Conditions

|                      |                                                     |
|----------------------|-----------------------------------------------------|
| Instrument           | : EDX-800HS                                         |
| X-ray Tube           | : Rh target                                         |
| Filter               | : #1 (for Cl)                                       |
| Tube Voltage         | : 15 [kV] (C - Sc), 50 [kV] (Ti - U)                |
| Tube Current         | : Auto                                              |
| Atmosphere           | : Vacuum                                            |
| Measurement Diameter | : 1 [mmφ]                                           |
| Measurement Time     | : 100 [sec] (Ti-U), 300 [sec] (C-Sc), 300[sec] (Cl) |
| Dead Time            | : Max 25 [%]                                        |



Fig. 5 エネルギー分散型蛍光 X 線分析装置 (EDX-800HS) の外観  
Overview of Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer — EDX-800HS

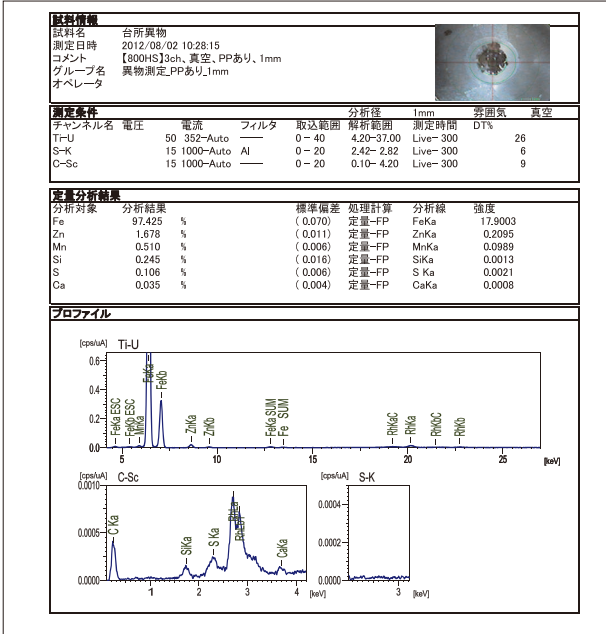
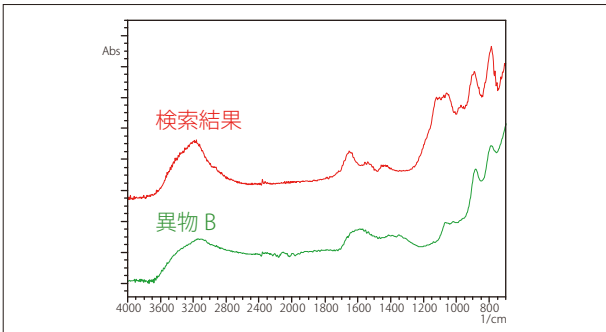


Fig. 6 異物 B の EDX による定性・定量分析結果  
Qualitative and Quantitative Result of Contaminant B by EDX



赤外スペクトルデータベースによる検索結果の詳細情報：「鉄さび\_3」  
材質：Iron(III) oxide hydroxide (Fe(OH)<sub>3</sub>) 主要元素：Fe, S, Si, P  
色：黄 形状：砂状 硬さ：柔らかい 金属光沢：無 測定法：ATR (Ge)

Fig. 7 異物 B の赤外スペクトルと検索結果とデータベースの詳細情報  
Infrared Spectra and Search Result of Contaminant B

## ■まとめ Conclusion

ここでは、FTIR 分析と EDX 分析による水道異物検索システムをご紹介しました。一般的に市販の製品は、材質が記載されているとしても添加剤の情報までは分からないことが多く、ゴムやプラスチックなどの同定が難しい場合もあります。しかし、今回ご用意した赤外スペクトルデータベースは、主成分以外の添加剤等の定性情報も収録し、さらには EDX で検出された元素情報も含んでいます。その他、実際に異物として捕集された試料のデータベースも入っており、水道異物として検出頻度が比較的高いパッキン類については表面と断面の測定も行っています。以上より、このシステムは各水道事業体だけでなく、環境分野（受託分析を含む）、石油・化学分野、食品分野などでも、異物分析のツールとしてご活用いただけるものとなっています。