

# Application News

## No.059

### 全有機体炭素測定 Total Organic Carbon Analysis

## PM<sub>2.5</sub> 中の水溶性有機炭素成分 (WSOC) の測定

Measurement of Water Soluble Organic Carbon in PM<sub>2.5</sub>

大気中の微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) は、発生源から直接排出される一次粒子と大気中の化学反応によって生じる二次生成粒子で構成されます。PM<sub>2.5</sub> は直径が 2.5 μm 以下の微小な粒子であり循環器系や呼吸器系に影響を及ぼす可能性があると考えられています。平成 21 年に「微小粒子状物質の環境基準」が定められ、微小粒子状物質の発生源や二次粒子生成機構に関する知見とその低減対策について議論されてきました。特に、二次粒子生成の機構に関係する PM<sub>2.5</sub> 中の水溶性有機炭素 (WSOC ; Water Soluble Organic Carbon) の濃度測定が重要視されてきています。

WSOC の測定方法には、環境省から出されている「水溶性有機炭素成分測定方法」があります。これは、フィルタに捕集した PM<sub>2.5</sub> から WSOC を超純水に抽出し、TOC 計あるいは炭素分析装置で測定する方法です。PM<sub>2.5</sub> の発生源の一つにディーゼル車がありますが、その排気粒子 (Diesel Particulate Matter) は 1 μm 以下の粒子から構成されているため PM<sub>2.5</sub> に対する寄与が大きいと言われています。主要構成成分は炭素成分であり、その中に WSOC が含まれています。今回、環境省の提示する測定方法に則って、ディーゼル排気粒子中の WSOC を島津全有機体炭素計 TOC-L で測定した例をご紹介します。

Y. Ikezawa

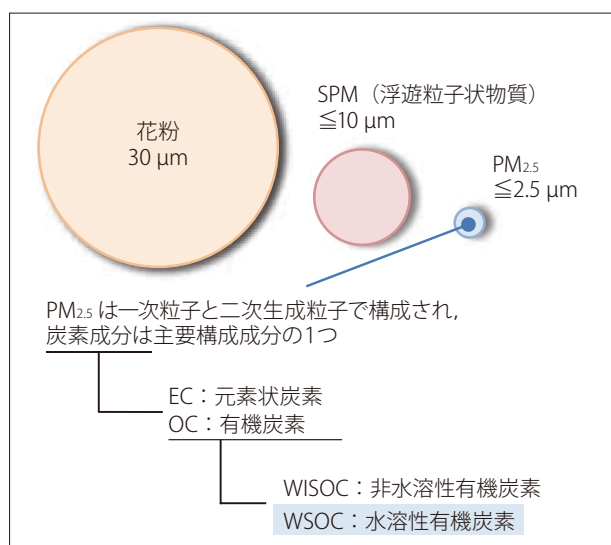


Fig. 1 PM<sub>2.5</sub> の構成成分  
Components of PM<sub>2.5</sub>

### ■ 水溶性有機炭素溶液の調製

#### Preparation of Water Soluble Organic Carbon Solution

環境省の提示する水溶性有機炭素成分測定方法に従い、下記の手順で試験液を調製しました。

1. 直径 45 mm の石英繊維製フィルタにディーゼル粒子を付着させました。
2. フィルタを抽出瓶に入れ 15 mL の超純水で浸しました。
3. 抽出瓶を超音波洗浄機に浸し超音波を 10 分間照射しました。この際、フィルタから水溶性成分が十分に抽出されるよう、数回抽出瓶を振りしました。
4. 抽出液の全量を注射筒に採取し、ディスクフィルタ (孔径 0.20 μm) でろ過しました。
5. ろ過した抽出液を超純水で希釈し 100 mL にメスアップしたものを試験液としました。
6. 操作ブランクを測定するため、ディーゼル粒子を使用せず、1~5 の手順で試験液 (操作ブランク) を調製しました。
7. 調製した 2 種類の試験液を TOC-L で測定しました。

### ■ 水溶性有機炭素溶液の NPOC 測定

#### NPOC Measurement of WSOC Solution

TOC の測定方式には、TC (全炭素) と IC (無機体炭素) の測定値の差から求める方法 (TOC = TC - IC) と、試料に酸添加と通気処理を施すことで IC を除去してから TC = TOC として測定する NPOC 法があり、本分析では NPOC 法を用いて測定しました。

Table 1 測定条件  
Measurement Conditions

分析計	: TOC-L <sub>CPH</sub>
触媒	: 高感度 TC 触媒
測定項目	: NPOC
検量線	: NPOC : 0-3 mgC/L フタル酸水素カリウム水溶液による 2 点検量線
試料	: ディーゼル粒子 (NIST 製品) SRM Number : 1650b SRM Name : Diesel Particulate Matter

## ■ NPOC 測定の結果

Result of NPOC Measurements

試験液（操作ブランク）と試験液（WSOC）を TOC-L で測定した結果を Table 2 および Fig. 2 に示します。両者に有意な差があることが確認できました。この差が捕集されたディーゼル粒子内の水溶性有機炭素成分（WSOC）と考えることが出来ます。

Table 2 NPOC 測定の結果  
Result of NPOC Measurements

試料名	NPOC測定値 [mgC/L]
操作ブランク	0.131
試験液	0.496

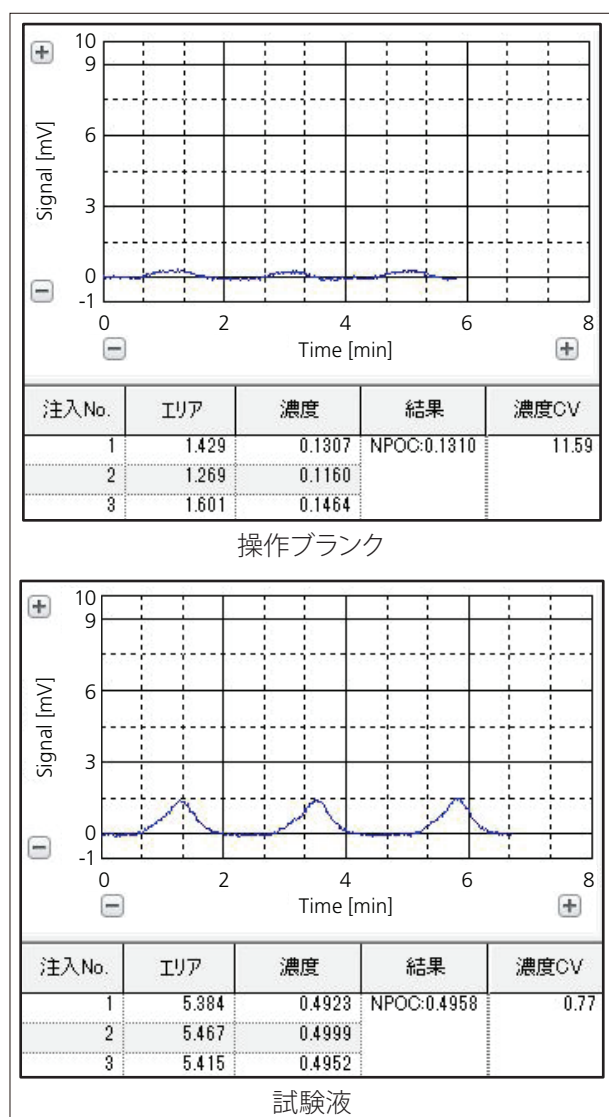


Fig. 2 NPOC 測定の結果  
Data of NPOC Measurements

## ■ WSOC 濃度の算出

Calculation of WSOC

上記の NPOC 測定結果から、水溶性有機炭素成分測定方法に記載される算出式を用い大気中の微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>）に含まれる WSOC 濃度を算出することが出来ます。微小粒子状物質の捕集には、一般的に分粒装置や流量制御器、吸引ポンプ等からなる捕集装置が使用されます。ここでは、気温 20 °C、1 気圧、流量 16.7 L/min、捕集時間 24 時間の捕集条件（捕集量約 24 m<sup>3</sup>）を想定し、WSOC 濃度を算出しました。

$$\text{WSOC 濃度} = 1.52 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

このように TOC 計を使用して WSOC 濃度を算出することができ、PM<sub>2.5</sub> の発生源調査やディーゼルエンジンの研究などに活用することができます。



Fig. 3 島津全有機体炭素計 TOC-L  
Shimadzu Total Organic Carbon Analyzer TOC-L