

パルス型差分吸収分光法を用いた都市大気の連続測定

Continuous monitoring of urban air quality with a pulsed DOAS technique

神戸 康聡^{1*}, 由井四海², 戸野倉 賢一³, 高橋 けんし⁴

Yasuaki Kambe^{1*}, Yotsumi Yoshii², Kenichi Tonokura³, Kenshi Takahashi⁴

¹東大院工, 化学システム工学専攻, ²富山商船高専・電子制御, ³東大, 環安研セ, ⁴京都大学生存圏研究所

¹Chemical System Engineering, Tokyo Univ., ²Toyama CMT, ³ESC, Univ. of Tokyo, ⁴RISH, Kyoto Univ.

【序論】

NO₂などの窒素酸化物は、工場や自動車などの人為活動が発生源となっており、対流圏オゾンの生成と消失に大きな影響を与える。特に人為活動の盛んな都市域においては、NO₂を広範囲にモニタリングする必要がある。そこで本研究ではパルス型差分吸収分光法（PDOAS法）を用いて、東京都市域のNO₂濃度を広範囲に測定することを目的とした。

観測に用いたPDOAS法は、点滅する光源を用いており光路が長距離となるため、バックグラウンド光を容易に取り除くことができ広範囲の平均濃度を測定できる。本研究は2009年東京都市域における大気計測キャンペーンの一環として行なわれ、航空障害灯を点滅光源とした簡素化された計測システムを用いて2方向のPDOAS法による長距離大気計測を行なった。

【装置概要】

2方向のPDOAS法によるNO₂コラム量計測のために、光源、望遠鏡、小型CCD分光器と取り込み用ノートPCからなる計測システムを用意した。観測地点は東京大学本郷キャンパス内に設置した。光源に東京都墨田清掃工場にある高光度航空障害灯を用いた場合は観測を東京大学本郷キャンパス本部棟11階に設置し、光源に東京都北清掃工場の航空障害灯を用いた場合には、東京大学工学部5号館の8階から観測を行なった。観測地点からの光源位置は、それぞれ北81度東、仰角0.9度、直線距離6.3 kmと、北20度西、仰角0.6度、直線距離7 kmである。観測した航空障害灯はXeランプで昼間の光軸実行光度が200,000 cd以上であり、光源からの光を望遠鏡で集光した。望遠鏡には反射望遠鏡を用い、望遠鏡によって集光された光は光ファイバーを通してCCD分光器に導入し検出した。データは190-860 nmの波長範囲で出力される。

【解析手法】

PDOAS法の特徴として、光源に点滅光を用いることでバックグラウンド光を容易に取り除くことができる。観測した400-450 nmのスペクトルは、主としてNO₂の吸収、空気分子によるRayleigh散乱とエアロゾル粒子によるMie散乱の影響を受ける。ここで、観測スペクトルは波長変化に対して構造を持つ成分と緩やかに変化する成分の和であり、NO₂の吸収断面積も同様に波長変化に対して構造を持つ成分と緩やかに変化する成分に分けることができる。Rayleigh散乱やMie散乱の影響は構造を持たないので、測定されたスペクトルに対して緩やかに変化する成分を取り除くと、そのスペクトルにはNO₂の吸収のうち構造を持つ成分が主に残ることになる。この差分スペクトルとNO₂の差分吸収断面積とでスペクトルマッチングを行うことでNO₂濃度を決定した。

【結果と考察】

観測は2009年7月27日から8月12日までの航空障害灯が最も強い閃光を発する昼間に行った。観測データは明滅する光源からのスペクトルを100 msの間隔で取得し、その1分平均値を観測し

た。
発表では、2方向のPDOAS計測、およびキャンペーン期間中に行っていた東京大学構内における化学発光法によるNO_x計測との比較検討から、NO₂の空間的な不均一性に関して議論を行なう。
また、同じ光源を複数のPDOASで観測した結果を用いて、望遠鏡および分光器の性能評価を行う。

キーワード: 二酸化窒素, 都市大気観測, パルス型差分吸収分光法

Keywords: NO₂, Urban air monitoring, Pulsed DOAS