

都市域における二酸化窒素 (NO₂) 鉛直分布観測の高度化

1: 福岡大学, 2: BIRA-IASB, 3: 千葉大学

高島久洋^{1*}, 植木洸亘¹, 乙部直人¹, Martina M. Friedrich², 原圭一郎¹, 田代尚輝¹, Alexis Merlaud², Frederik Tack², 入江仁士³

1. はじめに

大気汚染物質濃度の鉛直分布およびその要因を明らかにすることは、地表から放出された汚染物質の鉛直拡散が地表濃度を決定する主要因子であるため重要と考えられる。また地上および人工衛星による大気汚染物質のリモートセンシング観測において、その鉛直分布情報は導出時の重要な要素となる。近年、大気ガス成分(窒素酸化物、一酸化窒素、オゾンなど)を計測できる、小型・軽量・低電力で、安価なガスセンサー(electrochemical センサー)が実用的に使われつつある [Cross et al., 2017; Mijling et al., 2018; Mead et al., 2013]。本研究では、MAX-DOAS 法と呼ばれる太陽散乱光を利用した地上からのリモートセンシング観測手法の高度化のため、二酸化窒素 (NO₂) の鉛直分布を係留気球+NO₂ センサーで直接測定し、MAX-DOASによる観測と比較した結果について紹介する。

2. 手法

MAX-DOAS 法による二酸化窒素 (NO₂) の鉛直分布観測、係留気球による NO₂ 直接観測

- 2020年2月20日午前福岡都市圏にて観測実施
- MAX-DOAS (Multi Axis Differential Optical Absorption Spectroscopy) 法は、複数の低い仰角で紫外から可視域の太陽散乱光を観測し、その光の到達経路や高度層ごとの光路長の違いから、エアロゾル・ガス成分の鉛直分布(対流圏)直積算量を連続的に算出するリモートセンシング観測手法
- 福岡大学(33.55° N, 130.36° E)に設置したMAX-DOAS装置を、北から30°の方位(時計回り方向: 都市中心部・天神方向)に向け、仰角を30秒ごとに2°, 3°, 4°, 5°, 10°, 20°, 30°, 90°と変化させ、太陽散乱光スペクトルを取得
- 460 - 490 nmの波長域を解析し、4分ごとにNO₂鉛直分布を導出 [Ueki et al., 2021]。アプリオリは、(i) スケールハイト1000 mで指数関数的減衰、(ii) 高度200 mでステップ関数的減衰の2種使用
- 小型ガスセンサー (Alphasense, NO2-B43F) および気象要素センサーを係留気球に搭載、2020年2月20日に7時(日出直前)から10時過ぎまで、福岡大学18号館屋上にて標高150 m付近まで観測実施
- 福岡大に設置した3Dコヒーレントドップラーライダーを北に向け(仰角2.68°で高鉛直分解能) POINT観測実施



第23回 CEReS 環境リモートセンシングシンポジウム, 2021年2月18日

3. 結果

- 係留気球観測を開始した7時から9時過ぎまで、地上NO₂濃度は30 ppbv程度、その後下降し始め10時過ぎに10 ppbvまで低下(図1)
- 係留気球観測について、地表付近では地上観測とおおむね一致(図1)
- 7-9時の鉛直分布をみると(図2)、高度30 m以下で25-30 ppbvと地上観測と一致、また60 m以上で10 ppbv程度と鉛直方向に一定
- MAX-DOAS法のNO₂をみると(図4)、地表濃度が高いと仮定したをアプリオリで導出すると~30 ppbvで、地上観測と一致

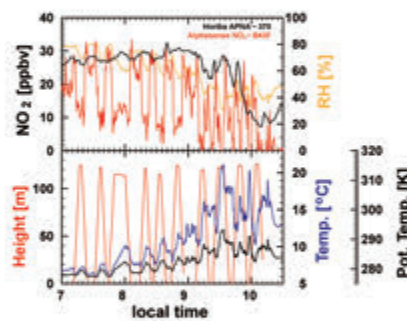


図1. (上) 二酸化窒素 (NO₂; 黒) : 地上, 赤: 係留気球) および相対湿度の時間系列, (下) 気温, 湿度, ジオポテンシャル高度の時間系列

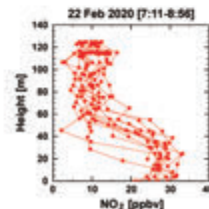


図2. 小型センサーで直接観測した二酸化窒素の鉛直分布 (2020年2月20日 7:11-8:56)

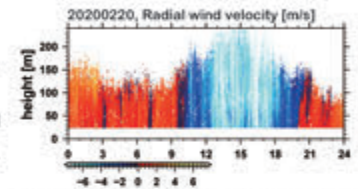


図3. ドップラー速度 (視線方向の速度) の時間・高度断面図

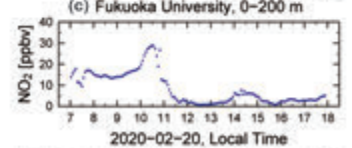
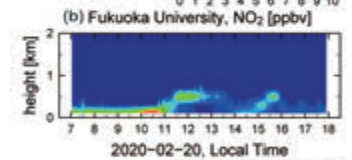
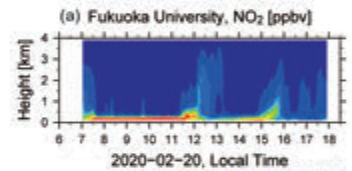


図4. NO₂の時間変動 (a, b: 高度断面; c: 0-200 m 時間系列)

図1-図3. NO₂ 観測は福岡大学によって行われた。本研究の観測について詳細的説明は付録に付録1にあり、福岡大学環境研究所 (EIR) のウェブサイト (http://www.eir.fukuoka-u.ac.jp/) に掲載されています。図4は福岡大学環境研究所 (EIR) によって行われた。