

平成 22 年 6 月 30 日現在

研究種目：若手研究（スタートアップ）
 研究期間：2008～2009
 課題番号：20840052
 研究課題名（和文）アジア域における大気組成の変動要因の解明～衛星観測データと領域化学モデルの検証
 研究課題名（英文）Observational study of atmospheric aerosol and gas variations over Asia
 研究代表者
 高島 久洋（TAKASHIMA HISAHIRO）
 独立行政法人海洋研究開発機構・地球環境変動領域・ポストドクトラル研究員
 研究者番号：20469620

研究成果の概要（和文）：

沖縄県辺戸岬において MAX-DOAS 法と呼ばれるリモートセンシング手法により観測したエアロゾル、二酸化窒素の変動について、中国大陸からの越境大気汚染に着目しながら、その変動特性・変動要因について明らかにした。また MAX-DOAS 法観測のみによる雲とエアロゾルの判別方法について開発するとともに、衛星観測データ等との比較をおこなった。結果は国内外の学会で発表し投稿論文として取りまとめた。

研究成果の概要（英文）：

Atmospheric aerosol and NO₂ variations at Okinawa Island in Japan were investigated using Multi-Axis Differential Optical Absorption Spectroscopy (MAX-DOAS) measurements, focusing primarily on transboundary air pollution from China. The results showed that NO₂ enhancement at Okinawa during northern winter-spring was controlled by rapid air mass transport from China. A new cloud-screening method using MAX-DOAS data based on the physical properties of clouds was developed to evaluate aerosol variations. Comparison with satellite measurements as well as ground based measurements were also performed.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,320,000	396,000	1,716,000
2009 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
総計	2,520,000	756,000	3,276,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：気象・海洋物理・陸水学

キーワード：エアロゾル、二酸化窒素、越境大気汚染

1. 研究開始当初の背景

近年、中国を含むアジア域の経済成長にともない、我が国でも光化学オキシダント注意法の発令回数が増えるなど、越境大気汚染に関する社会的な関心が高まっている。一方で汚染大気に含まれるエアロゾルやオゾンなど

(およびその先駆物質) は、大気環境問題だけでなく、放射収支を左右するため地球温暖化問題と密接に関連しており、地球の気候の将来予測のために、これらの大気組成成分の定量化が必要不可欠である [例えば Houghton, 2001]。そのため大気組成の化学・

力学過程、すなわち大気組成の生成・消滅過程、大気塊の輸送過程の定量化が必須である。

越境大気内の諸過程の定量化には、観測を時空間で密に行い、得られた観測事実とモデルの整合性を合せることで複雑な力学・化学過程の理解を深めることが重要であると考えられるが、現在、観測データの蓄積は十分とはいえない。その背景には、多成分を同時に連続して観測できる地上設置の測器が乏しいこと、また多成分を同時に観測できる極軌道衛星は連続観測ができず、大陸からの輸送や輸送大気中の（数日以内の）化学過程の議論が難しいことなどが挙げられる。さらに鉛直混合およびエミッションインベントリに深く依存する領域化学モデルに関しても、モデルの結果を検証する有効な観測に乏しかった。

近年 MAX-DOAS (Multi AXis Differential Optical Absorption Spectroscopy) 法と呼ばれるリモートセンシングによる大気組成成分の観測手法が確立されつつあり、観測データも蓄積されつつある [たとえば Irie et al., *ACP*, 2008]。そのため衛星観測データの検証と領域化学モデルの検証を行うことが可能となった。

2. 研究の目的

海洋研究開発機構では、大気汚染源から適度に離れており気象場から汚染源を特定し易い位置にある沖縄県辺戸岬（東経 128.25 度、北緯 26.87 度）において、MAX-DOAS 法を用いた大気組成の観測を 2007 年 3 月末より開始した。MAX-DOAS 法はエアロゾルやオゾンに加え、それらの生成過程で重要な SO₂, NO₂ と HCHO を含む多成分を同時に、かつ高い鉛直分解能（例えば 1km）で連続して観測できる（ただしガスの種類によっては取り扱い

に注意が必要である）。そのため日変化や、短寿命種 (NO₂) の大陸からの輸送、生成・消滅過程を調べることができる。本研究では、東アジア域での大陸起源の大気組成の輸送・消滅・生成過程を定量的に明らかにするために、MAX-DOAS 法より得られたエアロゾル（消散係数の鉛直分布）をライダー (lidar)、スカイラジオメーター (sky radiometer) の地上観測データを用いて評価した後、エアロゾル・大気組成成分を広範囲に同時に観測できる衛星観測データや領域化学モデル等と比較、各種気象データとの対応関係を調べることで、大気組成の変動要因を力学・化学的な観点から明らかにする。

3. 研究の方法

沖縄県辺戸岬において 2007 年 3 月末から長期にわたり蓄積されている MAX-DOAS 大気組成観測データを解析し、その変動の特徴を記述する。また衛星観測データ (OMI, GOMEII の対流圏 NO₂ データ、MODIS のエアロゾルデータ等) を取得するシステムを構築するとともに、データ処理をおこない、辺戸岬における MAX-DOAS 大気組成観測データと比較をおこなう。MAX-DOAS 観測データをもちいて大気組成の対流圏積算量について衛星観測データを定量的に評価する。また辺戸岬における大気組成の変動について、気象解析データ・流跡線モデルを利用することで、その変動要因を明らかにする。得られた研究成果を国内外の学会で発表するとともに論文等にまとめる。

4. 研究成果

MAX-DOAS 法により得られたエアロゾル観測データについて、同時に観測している地上観測データ (sky radiometer, lidar) と晴天時の観測データについて

比較し、MAX-DOAS法により観測したエアロゾル（476 nm における消散係数）は季節変動、季節内の変動、日変化等の時間スケールにおいておおむね一致することを示した。

いっぽう辺戸岬は、特に北半球の冬・春季が西風が強く、大陸からの汚染大気等の輸送が顕著になると考えられているが、そのエアロゾル量の定量的に評価する上で、雲とエアロゾルの判別が重要となる。MAX-DOAS 法は雲の微物理過程の観測が可能であることから、MAX-DOAS 法のみによる雲の判別方法を開発した。具体的には可視光を観測しているため、エアロゾルはより青色となる特性を生かしたカラーインデックスによる判別と、MAX-DOAS 法により得られた水蒸気観測データを組み合わせた判別方法であり、lidar により得られた雲観測データを参考にした（図1にカラーインデックスの頻度分布を示す）。これらの結果を国内外の学会で発表し、投稿論文として取りまとめた。

また大陸から700 km 程離れている辺戸岬においても短寿命種である二酸化窒素（NO₂）の変動が中国からの越境輸送（速い大気の輸送；たとえばおよそ24時間以内）によって支配されていることを明らかにした（図2に中国からの輸送時間と NO₂ の関係について示す）結果を学会で発表するとともに投稿論文としてまとめ投稿した。

上記の辺戸岬の結果の空間代表性を議論するため、沖縄県辺戸岬のMAX-DOAS 観測データをもちいて、衛星観測データ（OMI NO₂, GOME-II NO₂, MODIS エアロゾル）との比較をおこなった。さらに海洋研究開発機構で実施した日本近海の船上観測により得られたデータを、地上観測データや衛星観測データと比較することで、空間代表性について議論をおこなった。

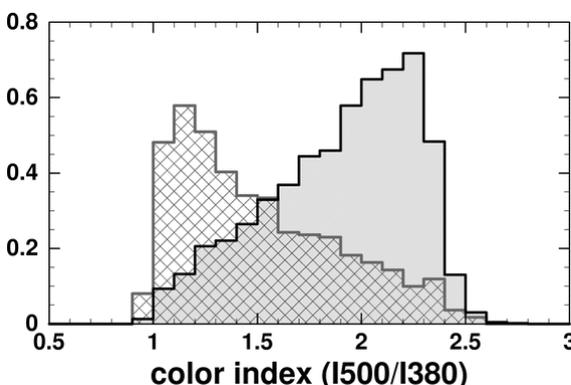


図1. MAX-DOAS 法により得られたカラーイン

デックスの頻度分布。Lidar 観測で雲がある場合と無い場合について示す。MAX-DOAS 法は可視光を観測しているため、雲の有無を色により判別することが可能である。

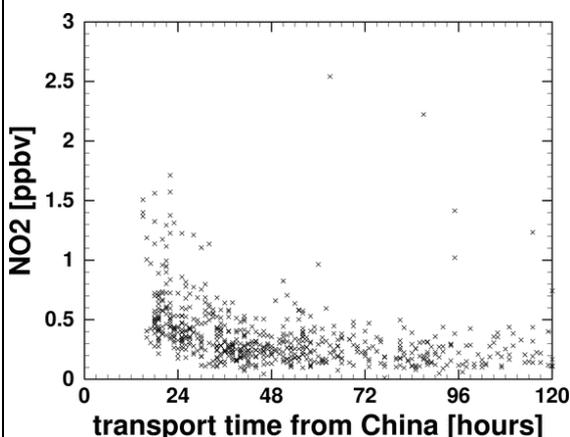


図 2. 中国からの輸送時間 [横軸; 時間] と辺戸岬で観測した二酸化窒素混合比 [縦軸; ppbv] の散布図 [Takashima et al., 2010 より]。中国からの輸送が 24 時間以内の速い輸送時に辺戸岬で混合比が高くなるのが分かる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

① Takashima, H., H. Irie, Y. Kanaya, A. Shimizu, K. Aoki, H. Akimoto (2009), Atmospheric aerosol variations at Okinawa Island in Japan observed by MAX-DOAS using a new cloud-screening method, *Journal of Geophysical Research*, 114 (D18213), doi:10.1029/2009JD011939 (査読有)。

[学会発表] (計 6 件)

① Takashima, H., Aerosol and gas profile observations by MAX-DOAS on a research vessel, SOLAS open science conference, 17 Nov 2009, Barcelona, Spain (Cosmo Caixa)。

② Takashima, H., Enhanced NO₂ at Okinawa Island, Japan by rapid air mass transport from mainland China as observed by MAX-DOAS, European Geophysical Union General Assembly, 23 Apr 2009, Vienna, A

ustria (Austria Center Vienna).

③ Takashima, H., Atmospheric aerosol variation at Okinawa Island in Japan observed by MAX-DOAS using a new cloud screening methods, AGU Fall Meeting, 15 December 2008, San Francisco.

④ 高島 久洋, MAX-DOAS 観測データをもちいた雲判別, 日本気象学会 2008年度秋季大会, 平成20年11月20日, 仙台国際センター, 仙台.

⑤ 高島 久洋, 沖縄県辺戸岬における MAX-DOAS エアロゾル連続観測, 第 14 回大気化学討論会, 平成20年10月31日, 海洋研究開発機構, 横浜.

⑥ 高島 久洋, 沖縄県辺戸岬における N02 変動, 第 14 回大気化学討論会, 平成20年10月30日, 海洋研究開発機構, 横浜

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高島 久洋 (TAKASHIMA HISAHIRO)

独立行政法人海洋研究開発機構・地球環境

変動領域・ポストドクトラル研究員

研究者番号: 20469620