世界の幸せをカタチにする。
Creating Peace & Happiness for the World
Musashino University
武蔵野大学 学術機関リポジトリ
Musashino University Academic Institutional Repository

有明周辺のオゾン濃度：2016年度観測結果報告

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2018-04-03 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 田所, 裕康 メールアドレス: 所属:
URL	https://mu.repo.nii.ac.jp/records/749

有明周辺のオゾン濃度
～2016 年度観測結果報告～

Variation of ozone concentrations in Ariake area
-Observation in 2016-

田　所　裕　康*
Hiroyasu Tadokoro

概要
武蔵野大学有明キャンパス 4 号館付近のオゾン濃度の測定を 2016 年 8 月～12 月において実施した。本研究では観測期間におけるオゾン濃度の時間変動の結果を示す。結果として、[A]都市部におけるオゾン濃度の一般的な日変動(日中にオゾン濃度のピーク)の検出、9 月末から 11 月初旬にかけてオゾンが高濃度、[B]オゾン濃度の曜日依存性は見られず、[C]観測期間中の 0.4%が環境基準値以上(>0.06ppm)、といった点が明らかになった。

1.はじめに

オゾンは酸素原子 3 個が結合している分子である。オゾンそのものは、様々な波長域に吸収帯（紫外域や赤外域）があり重要な温室効果ガスの一つである。

オゾン層として知られる領域は高度 25km 付近にピーク密度を持ち、10-50km の成層圏にオゾンのほとんどが分布している。成層圏オゾンはフロンによる破壊が有名であるが、近年では太陽フレアを発端としたプロトンイベントと呼ばれるものによっても減少することが言われている。プロトンイベントによって上層大気が電離を起こし、窒素酸化物(NOx)の形成と降下によって成層圏オゾンが破壊されるというシナリオである[参考文献 1]。本研究で注目するのは対流圏オゾンであるが、対流圏オゾンは古典的には成層圏を起源とし地表で消失、といった考えがなされてきた。しかしながら、近年では NOx や OH ラジカルを解した光化学反応によるオゾン濃度増大のプロセスが指摘され対流圏オゾン変動の重要性が指摘されている[参考文献 2]。観測事実として対流圏オゾンは年々増加していることが多く指摘されている[参考文献 2]。

以上のことから、オゾン濃度の全球的理解は、単に成層圏のみを考えていては本質的理解ができないと言える。本研究で焦点をあてる対流圏オゾンは、光化学スモッグにも関与しているため、オゾン濃度の変動の理解は非常に重要である。

対流圏オゾンの光化学反応プロセスとして、OH ラジカルと CO や CH_4 との化学反応を発端にオゾン生成のための反応が開始される。一連の反応の途中で生じる NOx との光化学反応もオゾン生成には重要な反応プロセスである(化学反応過程の詳細は[参考文献 2,3])。

* 工学部講師（環境システム学科）

以上のようにオゾンは温室効果ガスであるとともに、光化学スモッグの原因ともなるため長期定常観測をすることは非常に重要である。本研究ではその第一歩として、東京都江東区有明地区のオゾン濃度の変動を明らかにすることを目的とする。具体的には観測期間における以下の点を明らかにする。

[A]オゾン濃度の時間変動

[B]オゾン濃度の曜日依存性

[C]環境基準濃度との比較

[C]にかんしては環境省による環境基準「光化学オキシダントは1時間値が0.06ppm以下であること」という条件を基準とする[参考文献4]。また光化学オキシダントはほぼオゾンである、という仮定を用いる。

2.観測

2.1. オゾン濃度測定装置

本研究で使用するオゾン濃度測定装置に関して述べる。オゾン濃度測定装置(APOA-3700R)は株式会社堀場製作所製である。非分散型紫外線吸収法(NDUV)を原理として、大気中のオゾン濃度を測定する[詳細は、参考文献5]。

測定されるデータは、平均値(1分値、1時間値、24時間値)と積算値(1時間値)である。平均値は1秒ごとの測定値(瞬時値)を積算しデータ数で割ることによって算出する。積算値は1秒ごとの測定値(瞬時値)を3600で割ったデータを積算するものである。本研究では主に1時間平均値と24時間平均値を用いる。

また、安定して正確なオゾン濃度を測定するため、定期的にキャリブレーションをおこなう必要がある。本研究では校正の時間帯を下記の時刻に設定して毎日自動的にキャリブレーションを実施する。

キャリブレーション時刻：23:00開始

キャリブレーション所要時間：約35分間

上記キャリブレーションの制約のため、23:00~24:00の1時間平均値は本研究において議論の対象外とする。

2.2. 観測場所と観測期間

オゾン濃度の測定場所は、武蔵野大学有明キャンパス(東京都江東区有明三丁目3番3号)4号館4階の406研究室の窓からテフロンチューブを外に出す形式で実施した(有明キャンパス4号館所在地の参考URL: http://www.musashino-u.ac.jp/guide/campus/ariake_campus.html)。テフロンチューブから入った外気中のオゾン濃度を測定することになる。

本研究で用いる観測データを取得した期間は以下の期間である。測定場所は全て同じである。

・2016年08月01日～2016年12月27日

3.結果

図 1 に観測期間中に得られたオゾン濃度変化を示す。空白は観測未実施日（データ欠損）である。縦軸は時刻(日本時間, JST)、横軸は日付(JST)となっている。カラーはオゾン濃度 [ppm]である。ただし、時刻測定器の内部時刻であることに留意するとともに、以降 JST と記述している場合は内部時刻を示すこととする。内部時刻と GPS などを用いて得られる時刻とのずれは、本研究で議論する最小の時間スケールである 1 時間に比べて非常に小さいため無視できるものとする。

図 1 より日中(12-18 時)付近にオゾン濃度はピークを示していることがわかる。また、9 月末より 11 月初旬にかけてオゾンが高濃度であったことがわかる。

図 2 は 1 日時間平均値を用いたオゾン濃度の時系列プロットである。9 月末より 11 月初旬にかけてオゾンが高濃度であることが見てとれる。

図 3 は図 2 で示した 1 日平均オゾン濃度の曜日依存性を示している。各曜日の最大値付近を見ると月曜日にピークがあるようにも見えるが全体としてはばらつきが大きいため傾向がはっきりしていない。

4.考察

対流圏オゾン生成には、NOx 濃度が 30[ppt]以上となった場合に光化学反応が発生するとオゾン生成が卓越すると言われている[参考文献 2, 図 8]。そのため、NOx が 30[ppt]以下のような地域（清浄大気中）ではオゾン濃度は日変化を示さない。図 1 の傾向は日変化を示していることから 30[ppt]以上の NOx 濃度であった可能性を示唆している。また図 1 のような日中にオゾン濃度ピークを迎える傾向は都市部におけるオゾン濃度の日変動とも定性的に一致する。

オゾン濃度の季節依存性にかんしては、中緯度帯は夏期にピークを迎えることが言及されている[参考文献 2, 図 2]。今回、夏季中のデータが欠損しているため、これらの議論のためには年間を通じた連続観測が必要である。

オゾン生成の重要なパラメータとなる NOx は、車などの交通量と関連すると考えられる。また、交通量の曜日依存性の可能性を考えると、オゾン濃度にも曜日依存性がある可能性が考えられる。しかしながら、図 3 に示しているように曜日依存性ははっきりしていない。より議論を進めるためには、季節依存性などを差し引いた調査が今後必要であると考える。

また環境省による「光化学オキシダントは 1 時間値が 0.06ppm 以下であること」を基準として今回の観測値と比較をしたものを表 1 に示す。絶対値比較であるため、詳細な定量的議論をおこなうためには観測機器同士のオゾン濃度のキャリブレーションが必要となる。なお、これらは全観測期間中の 0.4%の時間帯に対応している。単純に年間(365 日)にすると 1.5 日に対応する。

表 1 オゾン濃度が環境基準以上であった日付と観測されたオゾン濃度

日付	オゾン濃度[ppm]
9 月 25 日 14 時～17 時	0.0713～0.0945
9 月 26 日 15 時～16 時	0.0693～0.0740
10 月 2 日 13 時～17 時	0.0639～0.0951

5.まとめ

武蔵野大学有明キャンパス 4 号館付近のオゾン濃度の測定（観測期間は 2016 年 8~12 月）をおこない、その時間変動を明らかにした。以下の項目を明らかにすることを目的に掲げた。

[A]オゾン濃度の時間変動

[B]オゾン濃度の曜日依存性

[C]環境基準濃度との比較

これらに対応する結果は以下の通りである。

[A]日中(12-18 時)付近にオゾン濃度のピークが検出された。

これは都市部におけるオゾン濃度の日変化として一般的である。

9 月末から 11 月初旬にかけてオゾン濃度が高かった。

年間を通したオゾン濃度連続観測の必要性を指摘した。

[B]オゾン濃度の曜日依存性は明確ではなかった。

[C]観測期間中の 0.4%が環境基準を超えていることが分かった。

より定量的なオゾン濃度変動の解釈のためには、日射量、NOx などの同地点・同時観測が必要であること、またこれらを長期間連続観測する必要がある。

また、本研究で注目したオゾン濃度の観測は、有明周辺の汚染大気のモニタリングという意義のみならず、学生教育という側面においても重要であると考える。具体的には、観測体験・解析手法・環境問題への意識向上、などが考えられる。

参考文献

[1]A. SeppäLä, C.E. Randall, M.A. Clilverd, E. Rozanov, and C. J. Rodger, Geomagnetic activity and polar surface air temperature variability, J. Geophys. Res., doi: 10.1029/2008JA014029, 2009.

[2]秋元肇,対流圏オゾン−大気中における光化学生成, 化学総説 No.10 大気の化学 日本化学会編,1990.

[3]田所裕康,有明周辺のオゾン濃度～初期解析結～,武蔵野大学環境研究所紀要 2016.

[4]環境省、大気汚染に係る環境基準、http://www.env.go.jp/kijun/taiki.html

[5]大気汚染監視用オゾン濃度測定装置 APOA-370 オペレーションマニュアル,堀場製作所,Dec.,2015.

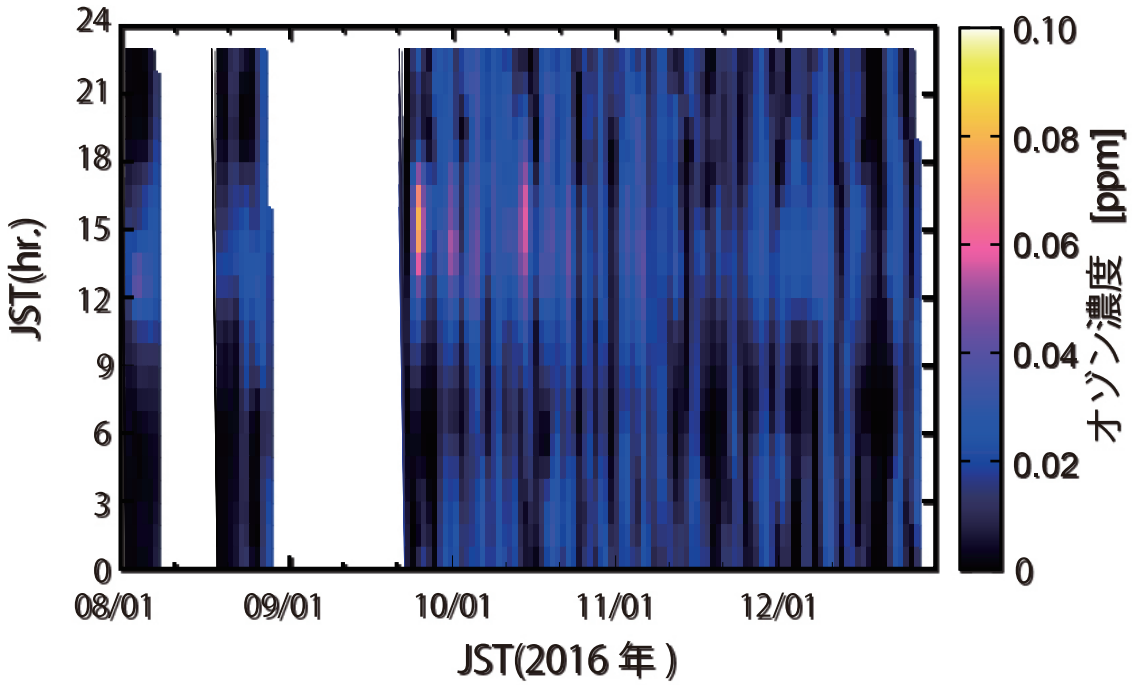

図 1. 観測期間中(2016 年 08 月 01 日~2016 年 12 月 27 日)のオゾン濃度の日変動

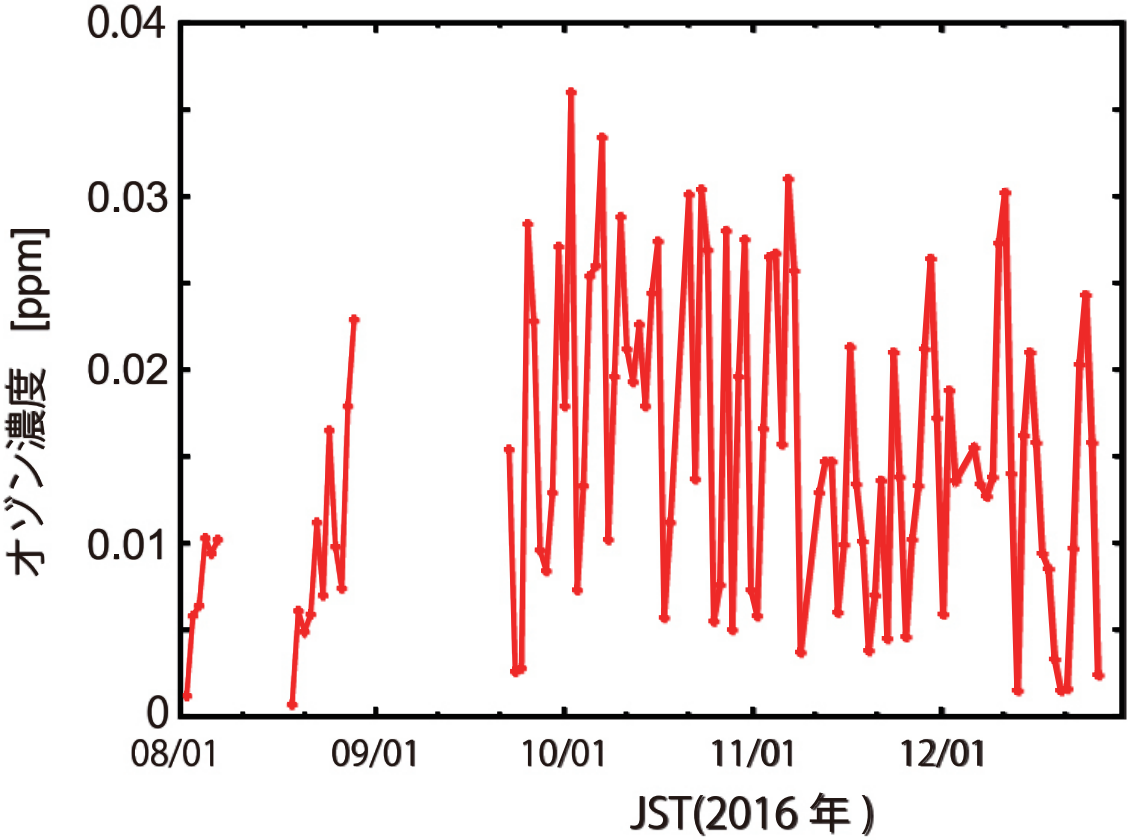

図 2. オゾン濃度（1 日時間平均値）の日変動

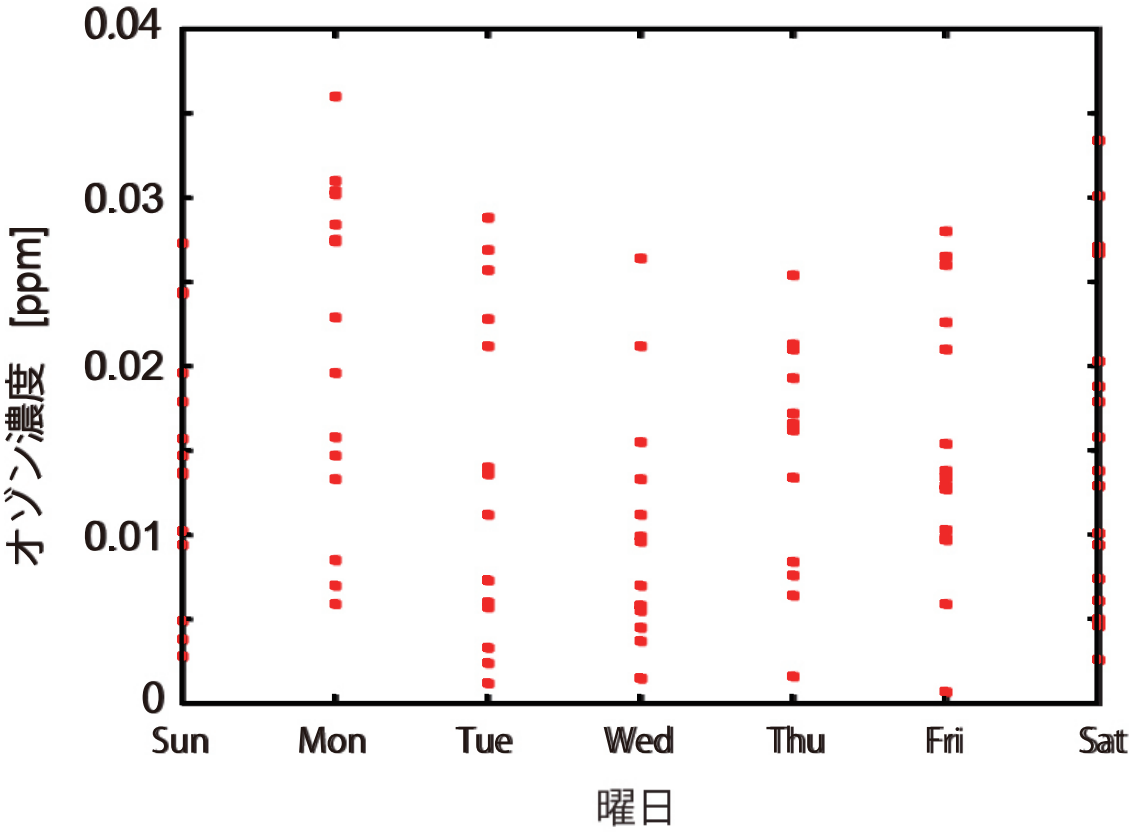

図 3. オゾン濃度の曜日依存性