

オゾン濃度に対する BVOC 排出量の地理的感度解析

Geographical sensitivity analysis of BVOC emissions on the ozone concentration

○秋山 和世 (大阪大学) 近藤 明 (大阪大学)

嶋寺 光 (大阪大学) 井上 義雄 (大阪大学)

Kazuyo AKIYAMA*¹ Akira KONDO *¹

Hikari SHIMADERA*¹ Yoshio INOUE*¹

*¹Osaka University

Biogenic volatile organic compound (BVOC) have a significant effect on ozone formation. For the control of ozone concentration increase, in this study, Weather Research and Forecasting model(WRF) and Community Multiscale Air Quality model(CMAQ) were utilized in order to investigate the relationship between ozone concentration and BVOC emissions. The impact of BVOC emissions in Kinki area on ozone concentration in Osaka was estimated by comparing the baseline simulation case and zero-out BVOC emission cases. The results showed that emissions from Hyogo and Kyoto strongly contributed to ozone generation.

1. はじめに

光化学オキシダントは、大気中の揮発性有機化合物 (Volatile Organic Compounds, VOC) と窒素酸化物 (Nitrogen Oxide, NOx) が、紫外線を受け、光化学反応を起こして生成する。近年、光化学オキシダント(オゾン)濃度は上昇傾向にあり、健康影響などが懸念されている¹⁾。オゾンの前駆物質である VOC、特に植生起源の VOC (Biogenic VOC, BVOC)は反応性が高いが、その挙動については不明な点が多い。そこで、オゾン濃度増加の抑制のために BVOC とオゾン濃度の関係を明らかにする必要がある。

近畿圏では、大阪府でのオキシダント注意報 (オキシダント濃度が 1 時間値で 120 ppb で発令) 発令が多く、夏季にたびたび 100 ppb 以上の高オゾン濃度が観測されている。大阪府は自身の森林面積は小さいが、森林面積が大きい府県に囲まれている。そのため、高オゾン濃度の原因の 1 つとして周囲で排出される BVOC の影響が考えられる。そこで、本研究では、大阪府のオゾン濃度に影響を与える BVOC 発生源の特定を目的として、気象モデル WRF (Weather Research and Forecasting model) と大気質モデル CMAQ (Community Multiscale Air Quality

model) を用いて地域別の BVOC 排出に対するオゾン濃度の感度解析を行った。

2. 計算条件

2.1 数値モデル

本研究で使用した数値モデルについて説明する。気象モデル WRF では地形、土地利用、客観解析値を入力し、気温・風速・湿度・圧力などの気象場を計算する。大気質モデル CMAQ は NOx、VOC などの排出量データと気象場を基に大気中濃度を計算する。また、流跡線モデル HYSPLIT (Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model) は風向、風速などの気象データを基に大気の輸送経路を計算する。

2.2 計算領域

計算領域は Figure.1 に示す、東アジアの広域を対象とする 64 km 格子領域 (D1) から、16 km 格子領域 (D2)、および近畿圏を対象とする 4 km 格子領域 (D3) までの 3 領域とした。計算期間は 2010 年 7 月 1 日～8 月 9 日で、7 月 1 日～7 月 5 日は助走期間とした。本研究ではゼロエミッション法により、大阪のオゾン濃度に影響を与える BVOC 排出源地域の分析を行った。Table1 に示すように、Base-case、BVOC 排出量をゼ

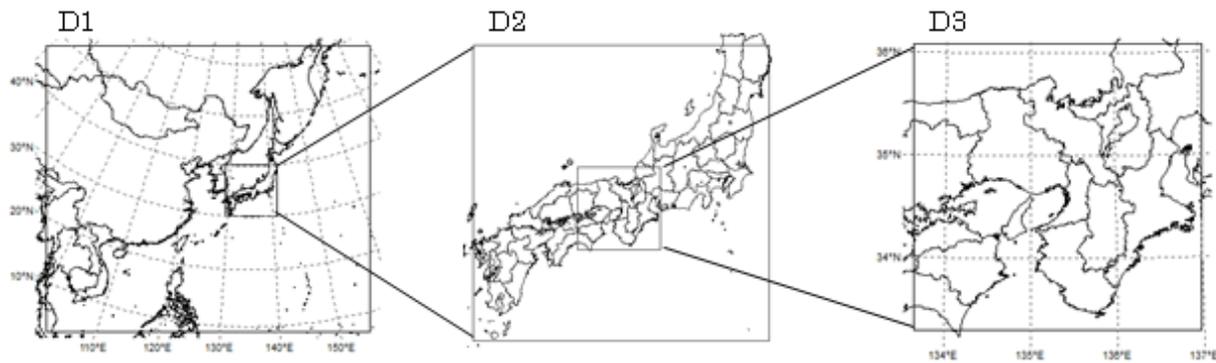


Figure.1 Computational domain

Table 1 Setting of region and BVOC emissions of run case

	BVOC 排出量	i (i=1~10)
Base-case	D3 内の全排出量	1=三重県,2=滋賀県,3=京都府,4=大阪府,5=兵庫県,
Case0	Base-case から全排出量を除く	6=奈良県,7=和歌山県,8=東側地域(福井県+岐阜県+愛
Case i (i=1~10)	Base-case から i の排出量を除く	知県), 9=中国地方(岡山県+鳥取県),10=四国地方(香川 県+徳島県+高知県)

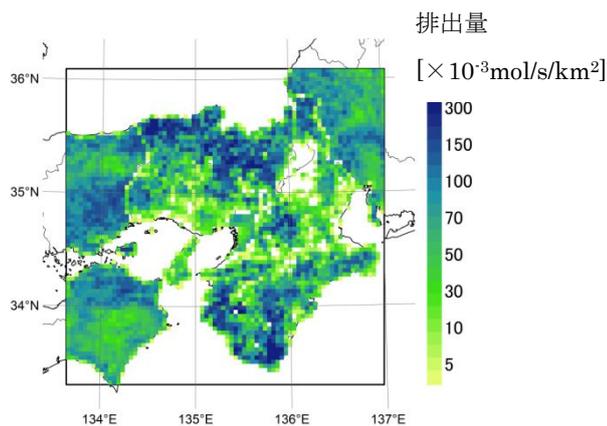


Figure.2 Estimated mean isoprene emission

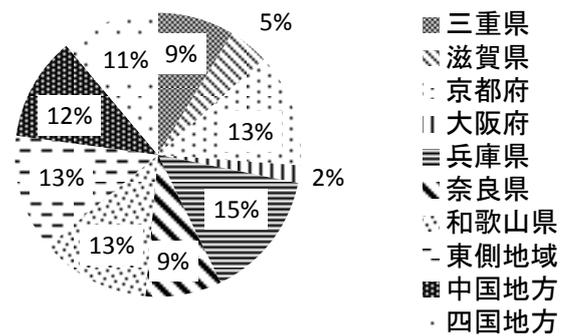


Figure.3 Regional proportion of the accumulated emissions of BVOC

ロとした場合と D3 を県単位で 10 地域に分け、地域ごとの BVOC 排出量をゼロとした場合の全 12 通りの計算を行った。

2.2 BVOC 排出量推計

Figure.2 に BVOC の主成分であるイソプレン(C₅H₈)の計算期間における平均排出量の空間分布を示した。Figure.3 に各府県、地域からの BVOC の積算排出量の地域別割合を示した。兵庫県の BVOC 排出量が全量の 15%を占め最も多く、次いで京都府、和歌山県、東側地域が全量の 13%の排出量である。大阪府の BVOC 排

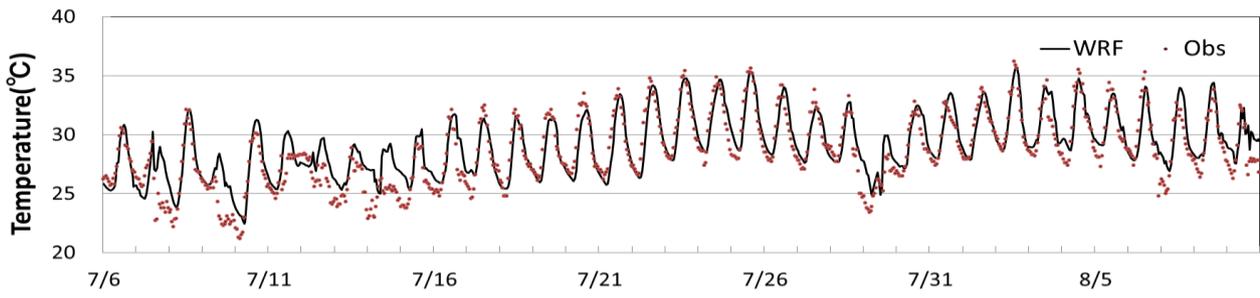
出量は 2%と最も小さい。

3. 計算結果

3.1 WRF の計算結果

Figure.4 に計算期間 2010 年 7 月 6 日~8 月 9 日の大阪管区気象台における(a)気温、(b)風速の時系列変化を示す。気温について日変動の傾向は観測値と計算値は良く一致しており、再現性は良好であるが、Table2 に示すように計算期間平均では 0.5°C計算値の方が高くなっている。風速については 0.2 m/s 計算値の方が速い。

(a)Temperature



(b)Wind Speed

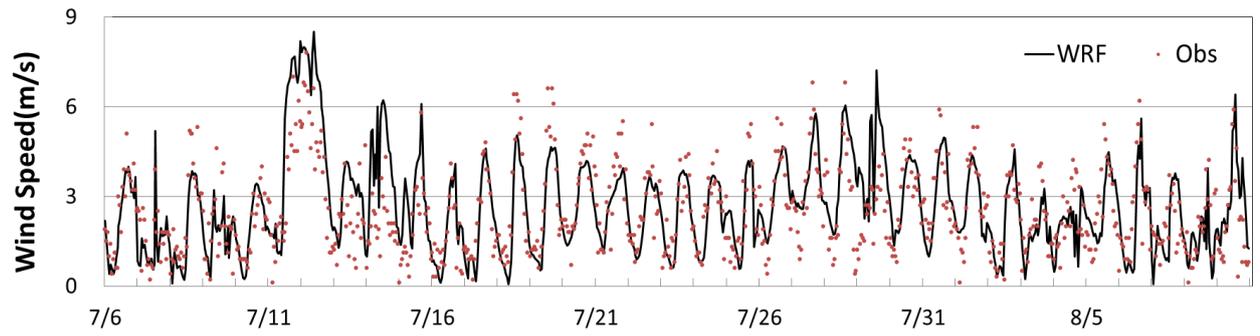


Figure.4 Time series of (a)Temperature, (b)Wind Speed at Osaka meteorological observatory

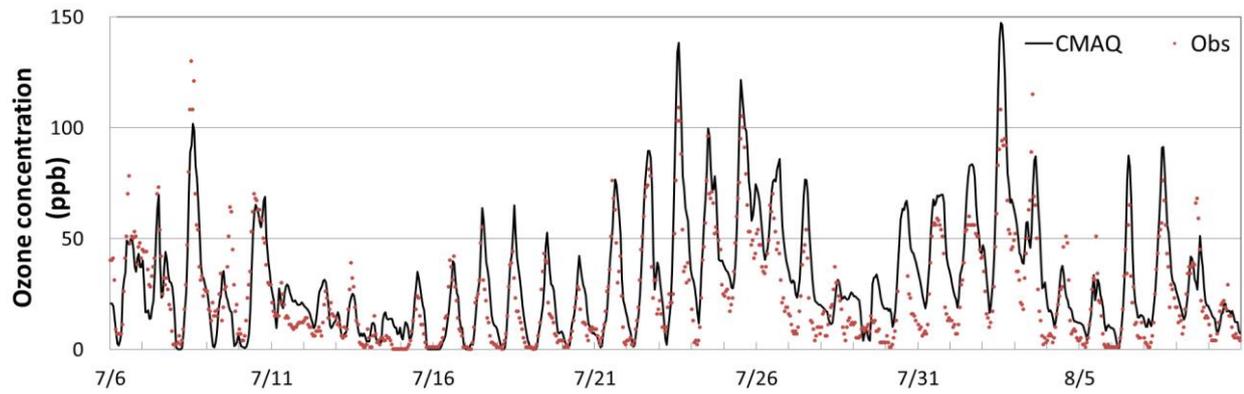


Figure.5 Time series of Ozone concentration at Kokusetsusaka

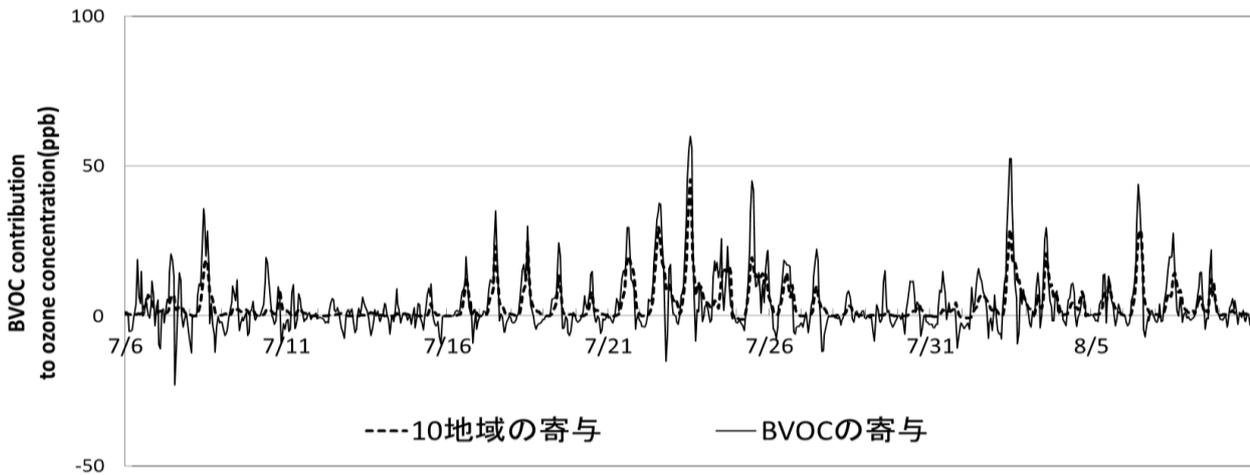


Figure.6 Time series of BVOC contribution to ozone concentration at Kokusetsusaka

Table 2 Observed and calculated mean value

Temperature	Mean OBS (°C)	28.6
	Mean WRF (°C)	29.1
Wind Speed	Mean OBS (ms ⁻¹)	2.5
	Mean WRF (ms ⁻¹)	2.7
Ozone concentration ¹	Mean OBS (ppb)	60.5
	Mean CMAQ (ppb)	64.5

¹ Values for daily maximum

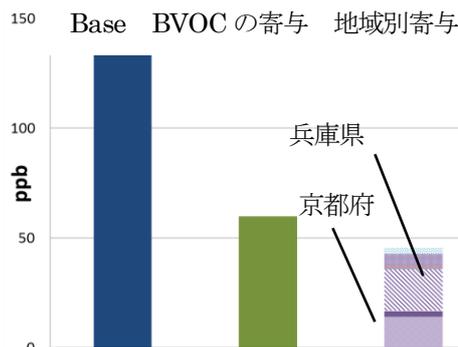


Figure.7 BVOC contribution to ozone concentration in 23 July

Table 3 Observed value and calculated value in 23 July

Day (14JST)	OBS (ppb)	CMAQ											
		Base(ppb)	-Case i (i=0~10) (ppb)										
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7/23	103	134.0	59.9	0.0	0.0	14.3	2.7	19.0	0.0	0.5	0.7	5.7	2.6

3.2 CMAQ の計算結果

Figure.5 に国設大阪におけるオゾン濃度の計算値と観測値の時系列変化を示した。日変動の傾向は良く一致していた。Table2 に観測値と計算値の平均値を示した。各府県の BVOC 排出量が大阪府のオゾン濃度へ与える影響は、「Base-case でのオゾン濃度」と「case i でのオゾン濃度」との差で表し Table3 に示した。Figure.6 にオゾン濃度に対する BVOC の寄与の時系列を示した。高濃度になるほど BVOC の影響が大きく、Figure.7 に代表日として 7/23 (14 時) における BVOC の寄与を示した。また Table3 に観測値と計算値、BVOC の寄与を示した。Figure.8 に高濃度となった 7/23(14 時)と、降水が見られず、日中濃度が 40 ppb 以下の低濃度となった 8/5(14 時)の空間分布を示した。風ベクトルの計算結果と、地上 300 m、500 m における流跡線解析の結果も重ねている。高濃度日は兵庫県・京都府の影響が大きいことがわかる。流跡線解析の結果によると大阪府に到達する空気塊は、高濃度日は西または北西から、低濃度日は南から移動してくることが特徴であった。兵庫県と京都府を発生源とした BVOC が大阪府のオキシダント濃度に影響していることが示された。

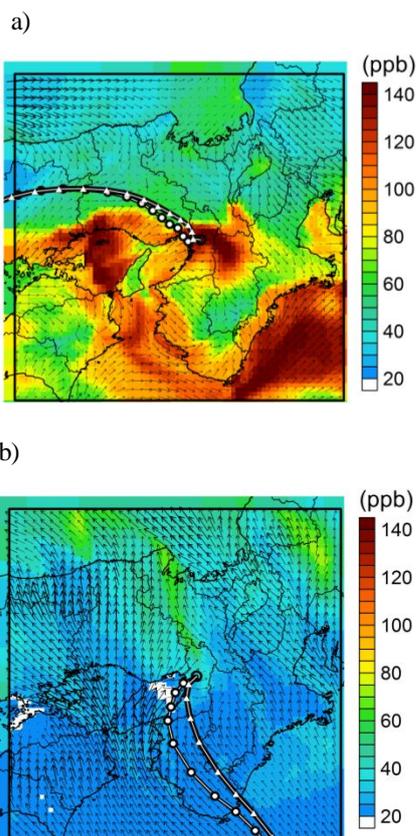


Fig.8 Spatial distribution of ozone concentration a) 23 July (High concentration) , b) 5 August (Low concentration)

参考文献

- 1) 環境省(2011) 平成 23 年度大気汚染状況について
<http://www.env.go.jp/air/osen/index.html>