

C3 樹木へのオゾン曝露による 植物起源揮発性有機化合物発生量の影響に関する研究

The study on the effects of emissions of biogenic volatile organic compounds by ozone exposure to trees

指導教員 近藤明教授・共生環境評価領域

28H11025 楠窪慶彦 (Yoshihiko KUSUKUBO)

Abstract: Ozone is a kind of photochemical oxidants. Volatile organic compounds (VOC) are one of the precursors of photochemical oxidants. Biogenic VOC (BVOC) emitted from forest areas plays a very important role in the formation of ozone. BVOC has been found to be the dependency of temperature and light intensity. In this study, in order to investigate the dependency of ambient ozone concentrations, the growth chamber experiments were performed for acute exposure to ozone. These experiments represented that monoterpene emissions were changed by ambient ozone concentrations. Ozone concentrations in the Kinki region of Japan during one month of July 2008 were calculated by using WRF-CMAQ with four types of the different monoterpene emissions. In case of more than 80 ppb ozone concentrations, significant relationship was observed monoterpene emissions and ozone concentrations at some observation point in this simulation. The results may have been related to temperature and humidity. But according to the statistical indicators, it was found that there is no relationship between monoterpene emissions are so large and the ozone concentrations throughout the Kinki region.

Keywords: Volatile organic compounds, Ozone, Growth chamber, WRF-CMAQ,

1. 背景と目的

現在、大気環境汚染は非常に深刻な問題となっている。中でも、オゾンがその要因となる光化学オキシダントは環境規制が進み、一度は減少したが、近年またその濃度が上昇している。^[1]その原因の1つとして考えられるのが、植物起源の揮発性有機化合物 (BVOC) である。BVOC は人為起源の VOC よりも反応性が高く、森林面積が 7 割を超えている日本では非常に重要な存在である。^[2]しかし、その発生源や発生方法は未だ解明されておらず、オゾン濃度の正確な推定のためにも BVOC 排出量の正確な推計が重要である。そこで本研究では、未だ研究の進んでいない BVOC 排出量のオゾン濃度依存性について実験を行った。さらに、数値シミュレーションを用いて、オゾン濃度と BVOC 排出量の関係について評価した。

2. オゾン曝露実験

2. 1 実験方法

実験は温度、光量、オゾン濃度を自由に制御できるグローブチャンバー法を用い、サンプリングポンプと捕集管で BVOC を採取し、GC/MS と ATD で分析を行った。(Fig.1) 対象物質はイソプレン、 α -ピネン等のモノテルペン 9 種、 β -ファルネセン等のセスキテルペン 4 種の計 14 種とした。実験は以下の 3 つの場合に分けて行った。

- ① 標準状態実験 (温度 30°C、光量 850 μ mol/m²/s、オゾン 100ppb) : スギ、ヒノキ、アカマツ
- ② 光量変化実験 (温度 30°C、光量 0 μ mol/m²/s と 1200 μ mol/m²/s、オゾン 100ppb) : スギ
- ③ 温度変化実験 (温度 30°C と温度 35°C、光量 850 μ mol/m²/s、オゾン 100ppb) : スギ

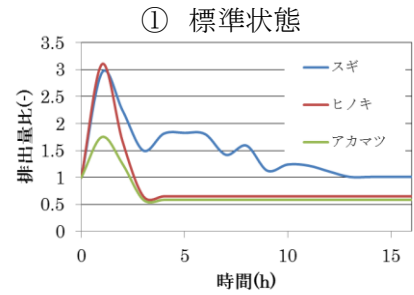


グローブチャンバー サンプリングポンプ 捕集管 GC/MS ATD

Fig.1 実験装置と実験の流れ

2. 2 実験結果

実験結果を Fig.2 に示す。ここでは最も排出量が多く確認された α -ピネンの排出量について曝露前の排出量を基準排出量とし、オゾン曝露中の排出量を基準排出量との比によって示す。全ての実験においてオゾン濃度 100ppb で曝露した直後は排出量が急激に上昇し、その後、排出量はある一定の値に収束した。光量が強い程、曝露開始から数時間後の排出量が標準状態より増加し、温度が高い程、曝露開始から数時間後の排出量が標準状態より減少する。



3. 近畿圏のオゾン濃度推定

近畿圏におけるオゾン濃度の推定を気象モデル WRF と大気質モデル CMAQ を用いて、以下の4つの計算条件で評価する。

Case1：全 BVOC 排出量 100%

Case2：モノテルペンのみ排出量 0%

Case3：モノテルペンのみ排出量 30%

Case4：実験値を考慮した排出量比を樹木ごとに設定

Table 1 に近畿圏全域における各 Case のモノテルペン排出量平均値と各観測地点でオゾン濃度 80ppb 以上を示した時間の Case1 との差分平均値を示し、Fig.3 にオゾン濃度とモノテルペン排出量の関連性について示す。二見、白川台においてはモノテルペン排出量の違いによるオゾン濃度の変化はかなり大きかったが、洲本、西脇、大阪ではその変化は小さかった。

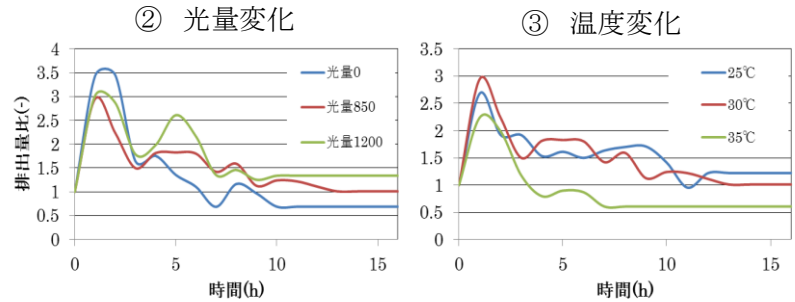


Fig.2 オゾン曝露前・曝露中の α -ピネン排出量比

Table 1 モノテルペン排出量平均値とオゾン濃度の差分平均値

	モノテルペン排出量 [mol/s/km ²]	白川台 [ppb]	二見 [ppb]	洲本 [ppb]	西脇 [ppb]	大阪 [ppb]
Case1	7.80E-04					
Case2	0	-4.42	-11.01	-2	-2.26	-1.8
Case3	2.40E-04	-0.22	-1.48	-0.62	-0.51	-0.53
Case4	6.00E-04	-0.09	-0.59	-0.26	-0.29	-0.22

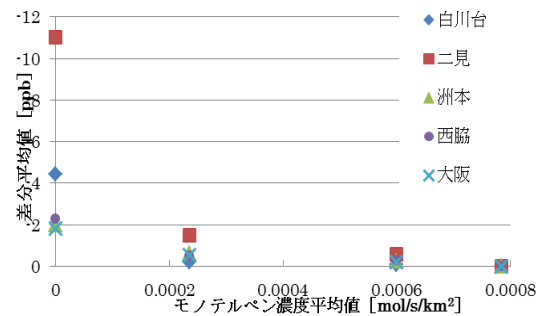


Fig.3 オゾン濃度とモノテルペン排出量の関連性

4. 考察・結論

実験によって樹木は短期高濃度オゾン曝露による依存性を示すことが判明し、それは温度や光量が変わった場合でも同様であった。しかし、それらの条件を変化させた場合、収束する排出量比が違うことからその依存性が独立したものではないとも考えられる。その違いは生体内の抗酸化物質の生成速度も関連している可能性が考えられる^[3]が、今回の実験では確認することはできなかった。数値シミュレーションによって地点によってはモノテルペン排出量にオゾン濃度がかかなり左右されていることもあるが、近畿圏全域ではモノテルペン排出量の違いによるオゾン濃度の違いはあまり確認されなかった。また、地点によってもモノテルペン排出量とオゾン濃度の関連性の高さに違いがあることから、一定の関連性は存在するが、全体のオゾン濃度を変化させる程の強い関連性はないと考えられる。

参考文献

- [1] 秋元 肇、(2000) オキシダントの逆襲 大気環境学会誌、35、48-51.
- [2] Carter, W. P. L. (1994) Development of ozone reactivity scales for volatile organic compounds, *Journal of Air Waste Management Association*, 44, 881-899.
- [3] Tsanko Gechev, Hilde Willekens, Mark Van Montagu, Dirk Inze, W.i.m Van Camp, Valentina Toneva, Ivan Minkov (2003) Different responses of tobacco antioxidant enzymes to light and chilling stress, *Journal of Plant Physiology* 509-515