

D5 樹木からの SQT 発生量測定と WRF/CMAQ による大気汚染濃度への影響

The measurement of SQT emission from trees and influence on air pollution density with WAF/CMAQ

共生環境評価学領域

08E07024 楠窪慶彦 (Yoshihiko Kusakubo)

Abstract: The amounts of biogenic volatile organic compounds (BVOC) emitted from sugi trees were measured with the growth chamber. Monoterpenes emissions were successfully measured but sesquiterpenes emissions were few. Particulate matter (PM_{2.5}) concentrations generated from BVOC in the Kinki region on July 2008 were calculated by WRF/CMAQ. The simulations showed that sesquiterpenes much generated organic carbon (OC) which was one components of PM_{2.5}., and that OC concentration level by sesquiterpenes was higher in nighttime than in daytime. However the simulated OC concentrations were still low compared with observations.

Keywords: Sesquiterpenes , Monoterpenes, Organic carbon, WRF, CMAQ,

1. はじめに

現在、大気環境汚染は非常に深刻な問題となっている。特に微小粒子状物質 (PM_{2.5}) は喘息や気管支炎等、様々な健康被害との関連が懸念されている⁽¹⁾。PM_{2.5} の生成には様々な要因が存在するが、明確にはわかっていない。PM_{2.5} の主成分である有機炭素 (OC) の計算値は、観測値と低い濃度を示す。OC の生成には樹木からの揮発性有機物質 (BVOC) が大きな寄与を示すことが知られているが、BVOC のセスキテルペンに関しては日本ではあまり研究が進んでいない。

本研究では BVOC 発生量をグロースチャンバー法により測定し、標準発生量を推定することで近畿圏におけるセスキテルペンの発生量を評価し、その後、数値シミュレーションモデル (WRF/CMAQ) を用いて、BVOC による PM_{2.5} 濃度の変化を評価することを目的とする。

2. BVOC 排出量測定実験

Fig.1 に示す密閉されたグロースチャンバー内にスギを 5 本置き、グロースチャンバー内の空気をサンプリングポンプで吸引し、捕集管に捕集する。そして、加熱脱着装置 (ATD) とガスクロマトグラフ質量分析計 (GC/MS) を用いて、捕集管に捕集された BVOC の定量分析を行う。グロースチャンバー内の温度を 30 (標準温度) 光量を 850 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ とした。1 回あたりのサンプリング量は 24L とした。捕集には TenaxTA を用いた。分析した BVOC は、 α -ピネン、 β -ピネン、 α -ミルセン、 α -フェランドレン、 α -テルピネン、p-シメン、リモネン、 β -テルピネン、テルピノレンの 9 種類のモノテルペンと α -カリオフィレン、 α -ファルネセン、アロマデンドレン、 α -フムレンの 4 種類のセスキテルペンにイソプレンを加えた 14 種類とした。



グロースチャンバー 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

3. 実験の結果・考察

Table-1 BVOC 発生量

対象物質	発生量 $\times 10^{-2}$ ($\mu\text{g/g}_{\text{dw}}/\text{h}$)
-pinene	2.15
-pinene	ND
-Myrcene	0.25
-phellandrene	0.13
-Terpinene	ND
p-Cymene	0.33
D-Limonene	0.21
-Terpinene	ND
Terpinolene	ND
-Caryophyllene	0.03
aromadendrene	ND
-humulene	ND
-farnesene	0.12

実験から得られた BVOC 排出量を Table-1 に示す。今回用いたスギからは、セスキテルペンの排出は非常に少なかった。スギのセスキテルペン排出は、虫に葉を食べられる、生息環境中の大気等、周辺の環境状況によるストレス依存性によるものが大きく、グロースチャンバー内で外気環境を再現できなかったことが原因の 1 つと考えられる。また、スギのセスキテルペン排出は、生息地域に依存し、野外でも排出が見られないとの報告もある。

4. WRF/CMAQ モデル

数値計算モデルとして WRF/CMAQ を用いた。WRF (Weather Research and Forecasting model)⁽²⁾ はメソスケールの気象を計算し予測するための数値モデルであり、CMAQ (Community Multiscale Air Quality modeling system)⁽³⁾ は大気移流、拡散、反応モデルである。

計算領域は、32.5°N、125°E を中心としたランベルト正角円錐図法で表される、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。計算の対象期間は、2008 年 7 月の 1 ヶ月である。実験で得られた BVOC 排出量は野外での発生量を模擬できていない可能性があるため、セスキテルペンに関しては Matsunaga ら⁽⁴⁾ のデータを、モノテルペンに関しては Bao ら⁽⁵⁾ のデータを用いて計算した。

5. WRF/CMAQ 計算結果・考察

Fig.2 に樹木から排出されたイソプレンとモノテルペンによる PM2.5 濃度の日中と夜間における月平均を、Fig.3 にイソプレンとモノテルペンに加えて、セスキテルペンによる PM2.5 濃度の日中と夜間における月平均を示す。Fig.2 と Fig.3 を比較すると、明らかに Fig.3 の PM2.5 の濃度が大きく、セスキテルペンが PM2.5 の濃度上昇に大きく寄与していることが分かる。また、夜間は日中に比べて大きく上昇している。これは日中に多く生成される OH ラジカルとセスキテルペンが光化学反応を起こし、セスキテルペンが粒子化する前に別の物質に変化した結果である⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾。上昇が見られた地域は、BVOC を排出する森林地域に一致している。セスキテルペンは、PM2.5 の OC 濃度を 20% ほど上昇させる。しかし、大阪府微小粒子状物質実態把握検討会報告書⁽⁹⁾ による OC による PM2.5 の OC 濃度と比較すると、計算値は観測値の 60% ほどしか示していない。このことから、OC 生成にはセスキテルペン以外の排出源が存在する可能性を示唆している。

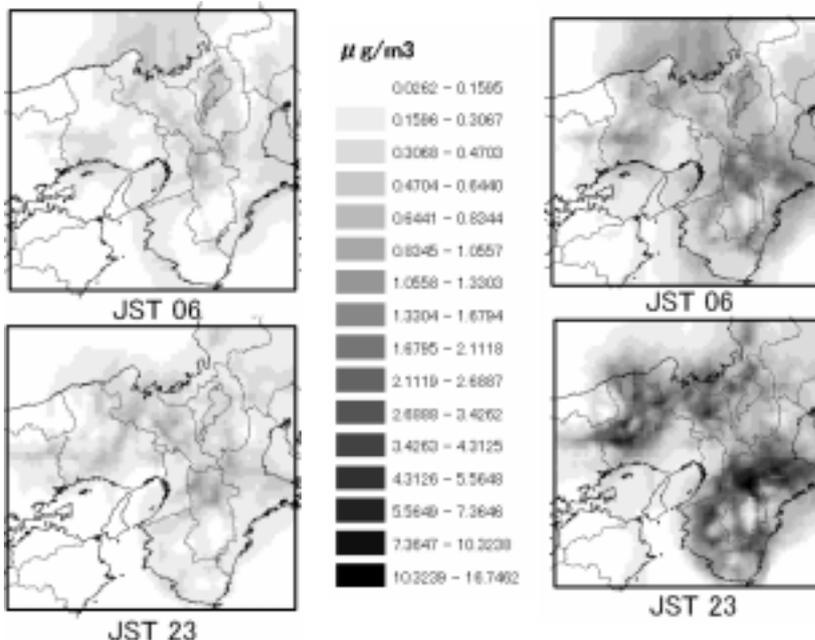


Fig.2 セスキテルペン無

Fig.3 セスキテルペン有

7. 参考文献

- (1) 環境省 大気環境・自動車対策 微小粒子状物質健康影響評価検討会報告書第 5 章 pp.1-154 (2008)
- (2) Skamarock W.C., Klemp J.B.: A time-split nonhydrostatic atmospheric model for weather research and forecasting applications. *Journal of Computational Physics*, 227(7), 3465-3485 (2008)
- (3) Byun D, Ching J: Science algorithms of the EPA Models-3 Community Multiscale Air Quality (CMAQ) modeling system. EPA/600/R-99/030. (1999)
- (4) Sou N. Matsunaga, Tomoki Mochizuki, Takuo Ohno, Yukiko Endo, Dai Kusumoto, Akira Tani Monoterpene and sesquiterpene emissions from Sugi (*Cryptomeria Japonica*) based on a branch enclosure measurements. *Atmospheric Pollution Research*, 16-23 (2011)
- (5) Hai Bao, Akira Kondo, Akikazu Kaga, Masaharu Tada, Katsutoshi Sakaguti, Yoshio Inoue, Yoshiyuki Shimoda, Daisuke Narumi, Takashi Machimura (2007) Biogenic volatile organic compound emission potential of forests and paddy fields in the Kinki region of Japan. *Environmental Research* 106 (2008) 156-169
- (6) Ivan Kourtchev, Iustinian Bejan, John R. Sodeau, John C. Wenger (2009) Gas-phase reaction of (E)-farnesene with ozone: Rate coefficient and carbonyl products. *Atmospheric Environment* 43 (2009) 3182-3190
- (7) R. Atkinson and J. Arey Atmospheric degradation of volatile organic compounds. *Chemical Reviews* 103, pp.4605-4638 (2003)
- (8) R. Atkinson and J. Arey Gas-phase tropospheric chemistry of biogenic volatile organic compounds: a review, *Atmospheric Environment* 37, pp.197-219 (2003)
- (9) 大阪府微小粒子状物質実態把握検討会報告書 (2007)

6. 結論

セスキテルペンを含む BVOC 発生量の方法論は確立できたが、実験で用いたスギからのセスキテルペン排出量は少なかった。

数値シミュレーションから、セスキテルペンは OC 生成に重要な役割を果たしていることが明らかとなった。しかし、観測値は、OC 生成にはセスキテルペン以外の排出源が存在する可能性を示唆した。