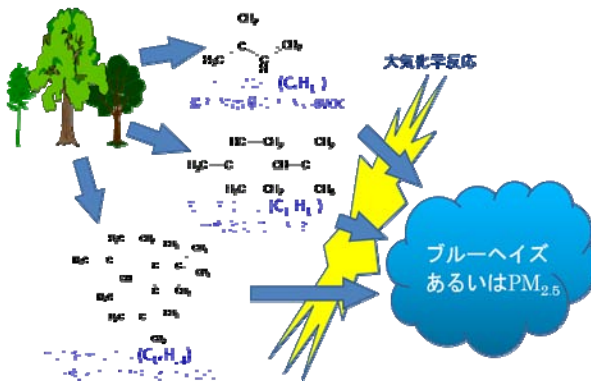


植物起源揮発性有機ガス(BVOC)と、その周辺の大気化学

松永 壮(財団法人石油産業活性化センター)

1. 研究の背景

1960年代に、陸上植物は、酸素や水蒸気だけでなく、さまざまな有機化合物を大気へ放出していることがわかった。これらの有機ガス(VOC)は、主にイソプレン(2-methyl-1,3-butadien)をはじめとする不飽和炭化水素であり、その反応性の高さにより、大気環境への影響が注目された。こうした背景から、多くの BVOC 研究がなされ、生物起源の VOC 放出量は、人為起源の VOC と比べ、10倍も多いことが明らかになった(右図)。BVOC の大気への放出は下記の観点から重要と考えられている。



○ 反応性の高い VOC として：対流圏オゾン生成を含む NO_x との連鎖反応

○ エアロゾル(浮遊性微小粒子)の前駆物質として：BVOC の分解により生成する化合物がエアロゾルの生成、成長に大きな役割を持っている。

※ エアロゾルは、太陽光を反射、散乱するため、大気微量成分の中で唯一、気候を寒冷化する効果を持つ成分として、たいへん重要である。現在の大気科学研究の半分はエアロゾルを対象としたものといっても過言ではない。

2. 研究の概要

BVOC の放出は、

- 植物の種類によって全く異なる。放出しない植物も多くある。
- 日射強度や気温(葉温)に依存する。
- ストレスや病虫害によって放出が誘引される。

ということがわかっている。

本研究では、一般的にBVOCとして測定されている、イソプレンとモノテルペン類だけでなく、分析の困難性から研究が進んでこなかったセスキテルペン類(C₁₅H₂₄)も通常の測定対象に加えられており、この点が新規性のある部分と言える。

本研究は、財団法人石油産業活性化センターの次世代大気環境改善効果分析事業の一環として、日本国内のBVOCエミッションインベントリ構築を目指している。そのために、スギやヒノキなどの国内主要樹種を対象とした観測を行っている。2009年の1, 4, 8および11月に東京都西東京市の東京大学田無試験地で、9月に宮崎県椎葉村の九州大学宮崎演習林でスギとヒノキを対象とした観測を行った。その結果、



スギが放出するBVOCは既存のエミッションモデル(主に欧米の樹種を基に構築)によって推定されるものに比べ、組成、放出量ともに大きく異なることが分かってきた。同じスギであっても、観測を行った地域の違いによって、非常に反応性の高いBVOCである、Farneseneというセスキテルペンを大量に放出したり、全く放出しなかったりすることが分かった。



田無では、8月と11月のいずれも3個体からほぼ同じ放出量(7 $\mu\text{g g}^{-1} \text{h}^{-1}$ 程度)でFarneseneの放出があったのに対し、宮崎で9月に測定したスギ2個体からは、全く放出されていなかった。田無でのFarnesene放出量は、7 $\mu\text{g g}^{-1} \text{h}^{-1}$ 程度と、イソプレン以外のBVOCとしては非常に大きく、しかもスギからの放出であるため、国内の大気質に大きな影響を持ちうると考えられるが、放出の「ある」、「なし」が、何によって規定されているのかは、現在のところ不明である。考えられる可能性(下記)について、スギ品種の国内分布についての調査(文献調査)や、放出の規定要因を明らかにするための観測実験を計画している。

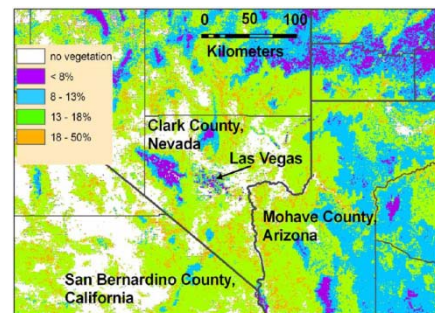
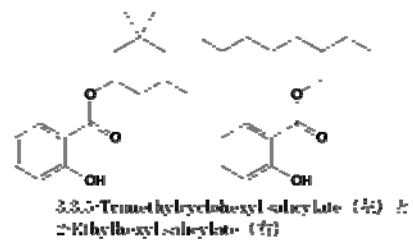
※ 病虫害は、田無と椎葉、どちらのスギにも目立ったものはなかった

- 品種の違いによる→田無試験地のスギは秩父から移植されたものであり、多摩秩父の森林のスギと同じ品種である可能性が高い。だとすると首都圏の大気環境への影響は大きい。→スギ品種による差、品種の分布について要調査。花粉対策品種はどうか？
- 土壌窒素過剰によるストレス(田無)→広域大気汚染への生物圏の応答としての反応性物質の放出→条件によってオゾン生成？→国内外大気汚染に対するフィードバック？
- 水ストレス→中長期気候変動への生物圏の応答→エアロゾル生成による気候寒冷化？

いずれにしても、国内主要樹種であるスギから極めて反応性の高いBVOCが大量に放出されているということであり、興味深いだけでなく重要な研究テーマである。

3. 砂漠の植物からの日焼け止め物質放出(新規の発見)

2006年にアメリカネバダ州のモハベ砂漠に自生する植物を対象にした BVOC 採取観測を行った。その結果、複数の植物が、日焼け止めに用いられる2種類のサリチル酸エステル、3,3,5-Trimethylcyclohexyl salicylate(ホモサレート)と2-Ethylhexyl salicylate(サンアローム)を、大きな放出量で放出していることを、初めて発見した。これらの物質は、植物が紫外線から組織を守るために生産し、体表面に持っているものが、高い気温(40℃前後にもなる)で揮発して大気へ放出されたものと考えられる。これらの放出量は、最大で $6 \mu\text{g g}^{-1} \text{h}^{-1}$ にもなることがわかった。この値をもとに、BVOC エミッションモデルを用いて、モハベ砂漠における日焼け止め物質の全 BVOC 中の占有率を推定したところ、地域によっては、これらの日焼け止め物質が **BVOC 放出全体の半分を占める**ということがわかった。



- Mesquite (*Prosopis glandulosa*)というマメの木(右図)からの放出量が特に大きかった。似たマメの木は、砂漠と同じように日射が強く気温も高い、熱帯雨林にもみられる。→熱帯雨林でも日焼け止め物質が大量に放出されているのではないかと測定例はまったくない。



- コロラド州の高所(標高2700m)に自生する針葉樹(種類不明)からも同じ物質の放出が確認された。→高所で紫外線が強いためか? →植物の量が多くない高所では相対的重要性があるかもしれない。
- 分子量が大きく極性の大きな分子であることから、エアロゾル生成への寄与は大きいはず。

4. 発表予定内容の要約

2月15日(月)15時からの気象談話会では、下記のような内容で発表をさせていただきたいと考えている。

- 生物起源の有機ガス(生物起源揮発性有機化合物、BVOC)の重要性と近年の研究
- スギのセスキテルペン(BVOC の一つで比較的最近研究が始まった)放出
- 日焼け止め物質の放出とその将来展望