

平成 30 年 6 月 28 日現在

機関番号：82101

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2017

課題番号：26550017

研究課題名(和文) 熱帯樹木はなぜ塩化メチルを大量に放出するのか：水利用特性との関係解明

研究課題名(英文) Why tropical trees emit methyl chloride

研究代表者

斉藤 拓也 (Saito, Takuya)

国立研究開発法人国立環境研究所・環境計測研究センター・主任研究員

研究者番号：40414370

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、自然起源のオゾン層破壊物質である塩化メチルについて、熱帯樹木による放出量の樹種間差を明らかにすることを目的とした。マレーシア国サラワク州のランビルヒルズ国立公園において、熱帯樹木の葉群による塩化メチルの放出量を計測したところ、フタバガキ科の高木で高い放出が観測された。葉群による塩化メチル放出量と樹木葉中の葉内水分当たりの塩化物イオン濃度の間に相関が認められ、塩化物イオンの濃縮が塩化メチル放出量の規定要因であることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：Methyl chloride (CH₃Cl), a volatile organic compound emitted primarily from natural sources, is the major carrier of chlorine to the stratosphere, where it contributes to chlorine-induced destruction of ozone. Among a variety of natural sources, tropical forest ecosystems are considered the single largest source of CH₃Cl. However, little is known about what controls the emission rates. In this study, we screened ~15 species of trees for CH₃Cl emission by using a canopy crane to gain access to the canopy in a lowland tropical rainforest at Lambir Hills National Park, Malaysian Borneo. We found that chloride concentrations in leaf water might be a factor controlling emissions of CH₃Cl from tropical trees.

研究分野：大気化学

キーワード：塩化メチル フタバガキ オゾン層破壊

1. 研究開始当初の背景

大気中で最も存在量の多いハロカーボンである塩化メチルは、活性な塩素原子を地表から成層圏へと持ち上げる自然起源のキャリアーとして働き、成層圏オゾン破壊全体の約 15% に寄与している。一方、フロン類に代表される人為起源オゾン破壊物質の生産・排出がモントリオール議定書によって禁止されたため、ほとんど唯一の自然起源塩素系オゾン破壊物質である塩化メチルの成層圏オゾン破壊への寄与は今後より大きくなると予想されている。

大気への塩化メチルの供給源には海洋やバイオマス燃焼など様々なものがあるが、中でも熱帯植物は最大の塩化メチル発生源と考えられている (Yokouchi et al., 2002)。これまでの研究により、熱帯植物による塩化メチル放出量には気温や日射量などの環境要因よりも植物種による違いが大きく、一部の種のみが大量に塩化メチルを放出していること、科や属のレベルで放出量に類似性が見られることなどがわかってきた (Yokouchi et al., 2002, 2007; Blei et al., 2010; Saito et al., 2008; Saito and Yokouchi, 2008)。しかし、なぜ一部の種のみが放出し、その他の種はほとんど放出しないのかといった、放出量の種間差を規定する要因は明らかにされていない。一方、塩化メチル放出樹種の多くは熱帯の巨大樹木であり、大量に吸水する植物が水と共に大量の塩化物イオンを摂取することで塩化メチルを大量に放出している可能性が考えられた。

2. 研究の目的

本研究では、塩化メチルの生合成の基質である塩化物イオンに着目し、植物葉に含まれる塩化物イオンの濃度と葉群からの塩化メチル放出量の関係を調べた。

3. 研究の方法

フィールド調査は、マレーシア国サラワク

州 (ボルネオ島) のランビルヒルズ国立公園で実施した。本調査地は、東南アジア熱帯林の優占種であるフタバガキ科を中心とする樹木によって構成される典型的な低地熱帯雨林である。

熱帯樹木の葉群には高さ 80m の林冠クレーンに吊るされたゴンドラを用いてアクセスし、植物葉群をバッグで覆うブランチエンクロージャー法によるガスの採取と葉群の採取を行った。ブランチエンクロージャー法による観測では、一辺が開放されたテドラバッグ (600mm x 800mm) を植物の葉群に被せて口を縛り、バッグの容積を一定にするためポンプで外気を送ってバッグ内をやや加圧状態にした後、約 0 分、5 分、10 分後のバッグ内の空気を容積 100m のバイアル瓶に採取し、バイトンゴム栓とアルミキャップにより封入した。

空気試料は国立環境研究所の研究室に持ち帰った後に分析を行った。バイアル瓶に採取された空気試料は 1L のヘリウムガスに置換されることにより大気濃縮装置に導入され、塩化メチルを含む揮発性有機化合物類が濃縮された後、ガスクロマトグラフ/質量分析計により分析された。葉群は現地地で粉碎・水抽出した試料を国立環境研究所の研究室に持ち帰った後、イオンクロマトグラフで分析した。

4. 研究成果

塩化メチル放出量のスクリーニングを実施した樹種は以下の通りである：

フタバガキ科樹木 : *Dryobalanops aromatica*, *Dipterocarpus globosus*, *Shorea sp. Cf. ovata*, *Shorea parvifolia*, *Shorea beccariana*, *Shorea acuta*, *Shorea curtis*
非フタバガキ科樹木 : *Litsea sp.*, *Kayea hexapetala*, *Gymnacranthera farquhariana*, *Garcinia blumei*, *Dacryodes rostrata*, *Ctenolophon parvifolius*, *Beilschmiedia phoebeopsis*

葉群からの塩化メチル放出量は *Shorea beccariana* で最も高く (~ 数百 ng/g leaf dw/h)、*Dryobalanops aromatica* がそれに続いた。いずれもフタバガキ科の高木でランビルの主要樹種である。放出量の測定は約 15 種の熱帯樹木について行ったが、フタバガキ科以外の樹木からは塩化メチルの放出はほとんど認められなかった。

樹木葉中の塩化物イオン濃度 (葉の乾燥重量当たり) は数十 ~ 数千 $\mu\text{g/g}$ leaf dw で変動したが、塩化メチル放出量との間に有意な相関は見られなかった。一方、葉に含まれる水分を考慮し、塩化物イオン濃度を葉内水分当たりで求めたところ、塩化メチル放出量との間に相関が見られた。塩化メチル放出量と葉内水分当たりの塩化物イオンの間の相関は同種内の異なる部位 (葉群) や個体間においてより強く認められた。こうした結果から、葉内における塩化物イオンの濃縮の程度が葉群からの塩化メチル放出量の規定要因の一つとなっていることが示唆された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

斉藤拓也 (2017) 微量ガスのフラックス: 微気象学的測定法と分析法の進展. *ぶんせき*, 312-313 (査読無)
高林純示, 矢崎一史, 斉藤拓也, 金谷重彦 (2014) 植物アロマのメタ代謝科学 ~ 生態学、大気科学、植物科学の融合 ~. *AROMA RESEARCH*, 15 (1), 61-67 (査読無)

[学会発表] (計 9 件)

斉藤拓也 (2017) 熱帯樹木による塩化メチル放出量の規定要因、第 362 回生存圏シンポジウム大気-森林-土壌循環ワークショップ、京都大学生存圏研究所 (京都府宇治市) 2017 年 11 月 21 日

Saito T., Sakabe A., Takanashi S., Kosugi Y., Musa S. (2017) Volatile organic compound measurements in Malaysia during the 2015 Indonesian

fires. 2nd International Forum on Sustainable Future in Asia.

斉藤拓也, 久米朋宣, 片山歩美, 熊谷朝臣 (2016) ボルネオ熱帯雨林における塩化メチル放出量の樹種間差とその規定要因. 北海道大学 (北海道札幌市) 第 22 回大気化学討論会

Katayama A., Kume T., Matsumoto K., Saito T., and Ohashi M., Carbon cycling in Lambir rainforest Frontier in Tropical Forest Research: Progress in Joint Projects between the Forest Department Sarawak and the Japan Research Consortium for Tropical Forests in Sarawak, 21-22 September 2015, Imperial Hotel, Kuching, Malaysia.

斉藤拓也、熱帯植物による揮発性有機化合物の放出: 環境変動との関係、シンポジウム「環境変動と生物」、国立環境研究所 (茨城県つくば市) 2015 年 12 月 11 日

斉藤拓也、熱帯雨林におけるオゾン破壊物質の動きを測る技術、第 13 回環境研究シンポジウム 2015、一橋大学講堂 (東京都千代田区) 2015 年 11 月 10 日

斉藤拓也 (2014) 熱帯植物がつくりだす超微量ガス成分 そのユニークなはたらき. 琉球大学公開シンポジウム「熱帯・亜熱帯の森のはたらきに迫る 炭素循環研究の最前線」, 琉球大学 (沖縄県・中頭郡西原町) 2014 年 12 月 6 日

斉藤拓也、植物によるハロゲン化合物の双方向交換. 第 28 回気象環境研究会、つくば国際会議場 (茨城県つくば市) 2014 年 11 月 19 日

Saito T., Methyl halide emissions from tropical plants in Southeast Asia. Centre for Atmospheric Science seminars, University of Cambridge (UK),

2014/5/28.

〔図書〕(計1件)

齊藤拓也 (2014) 2.4 八口カーボン. 国立環境研究所地球環境研究センター, 地球温暖化の事典, 丸善出版株式会社, 71-78

6. 研究組織

(1)研究代表者

齊藤 拓也 (Takuya Saito)
国立研究開発法人・国立環境研究所・環境計測研究センター・主任研究員
研究者番号: 40414370

(2)研究協力者

熊谷 朝臣 (Tomo'omi Kumagai)
国立大学法人・東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授
研究者番号: 50304770