

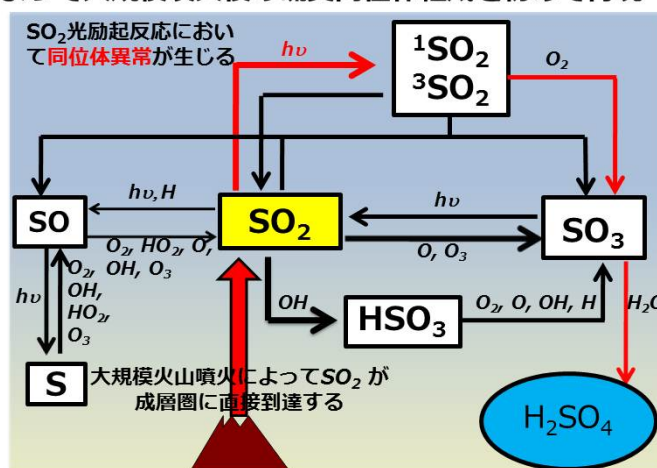
平成 25 年 2 月 13 日

東京工業大学広報センター長
大谷 清

地球寒冷化を引き起こす大規模火山噴火の特定が可能に

— 氷床硫酸に残された硫黄安定同位体記録のメカニズムを解明 —

本研究：火山噴煙における化学反応を模擬した大気化学モデルによって大規模噴火後の硫黄同位体組成を初めて再現



過去の大規模噴火の硫黄同位体比および同位体異常の決定メカニズムの解明
今後の展開：硫黄同位体記録を用いた火山噴火の規模や気候への影響の定量的な復元へ

【概要】

東京工業大学大学院総合理工学研究科の服部祥平助教、吉田尚弘教授、同理工学研究科の上野雄一郎准教授らの研究グループは、大規模火山噴火の際に成層圏での大気化学反応により硫酸の硫黄安定同位体比（用語1）が変化するメカニズムの解明に成功した。これにより氷床の硫酸の硫黄同位体記録を用いた火山噴火の規模や気候への影響の定量的な復元への展開が期待される。

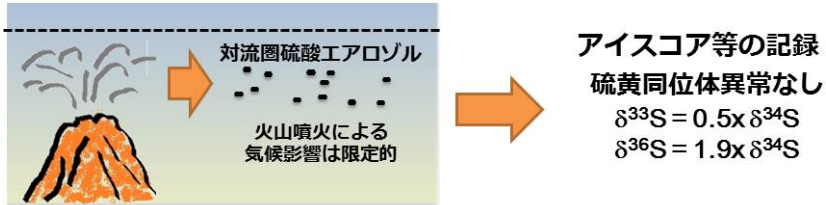
大規模な火山噴火（用語2）は成層圏に噴煙が直接達して、硫酸エアロゾル層を形成し、太陽光を遮るため地球全体の気候に影響を与える。しかし、古代の火山噴火の観測データが無いと、その影響を見積もることは困難だった。南極などの極域に残された硫酸の硫黄同位体比の記録は大規模火山噴火に対応し特徴的な異常値を示すことから、その有用性が注目されていたが、これまでどのような過程を経て同位体異常が決定されるのかは不明だった。

同研究グループは大気中で生じる光化学反応が硫黄の存在度を変えることに着目し、その過程をコペンハーゲン大学、上智大学、東京大学と共同で解明した。そして火山噴煙における化学反応を模擬したモデルによって、過去の大規模噴火の硫黄同位体記録を初めて再現した。この成果は近く、米国科学アカデミー紀要「Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA」電子版に掲載される。

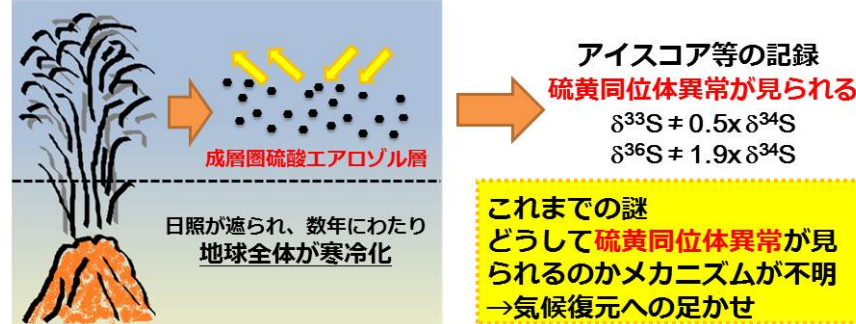
●研究の背景

研究の背景：大規模火山噴火と成層圏硫酸エアロゾル

小規模噴火：噴煙が成層圏に届かず気候影響は局所的



大規模火山噴火：噴煙が成層圏に到達、地球全体の気候に影響



人為活動による気候変動を予測するためには、自然活動に由来する気候変動を理解する必要がある。火山活動は気候に影響を与える要因の一つとして重要である。例えば、火山によって放出される噴煙が成層圏に到達する大規模火山噴火後、成層圏には硫酸エアロゾルが多量に生成される。この成層圏硫酸エアロゾル層は太陽光を遮ることにより、日照量が減少し、地球の平均気温が数年にわたり低下することが知られている。このように、火山活動は地球の気候に影響を与えるが、古代の火山噴火の観測データは少ないため、過去の火山活動と寒冷化の関係を定量的に理解する手法は限られていた。

観測記録が残る 20 世紀の大規模火山噴火であるピナツボ火山(1991 年)やアグン火山(1969 年)直後の南極の雪から、質量数 33 の硫黄が異常に濃縮し質量数 36 の硫黄が異常に枯渇した硫酸が発見され、この特徴的な同位体組成(同位体異常)が大規模火山噴火の指標となりうることが指摘されてきた。しかし、この硫黄同位体の異常濃縮および枯渇を引き起こす原因についてはわかっておらず、このことが気候復元における足かせとなっていた。

●研究成果

同研究グループは、大気中での紫外線照射によって生じる化学反応、特に二酸化硫黄の光励起反応に注目した。コペンハーゲン大学及び上智大学と共同で分光光学実験を行い、二酸化硫黄の光励起反応によって生じる同位体の比率の変化(分別)が、照射される紫外線の波長に依存していることを明らかにした。

太陽から地球に届く紫外線は大気中の様々な分子によって吸収されるため、固有の波長領域のみが成層圏に到達する。そのため硫黄同位体異常の度合いは、成

層圏に届く波長と二酸化硫黄吸収特性によって決定される。同研究グループはこの手法を用い、成層圏大気中での二酸化硫黄の光励起反応が引き起こす同位体の分別を予測した。その結果、大規模噴火の直後に南極に降下した硫酸塩の記録をうまく説明できることが分かった。

一方、この二酸化硫黄の光励起反応の速度は、一般に他の二酸化硫黄酸化反応に比べて極めて遅い。しかし火山噴火の噴煙内の大気化学モデル計算の結果、火山噴火に伴い成層圏に注入されるハロゲン(塩素・臭素)が引き起こす化学反応により他の二酸化硫黄酸化反応が阻害され、二酸化硫黄の光励起反応の相対的重要性が高まることも明らかにした。このように、同研究グループは二酸化硫黄の光励起反応由来の同位体分別と噴煙内の大気化学モデル計算によって、極域の氷床や雪等に保存された硫黄同位体異常の記録を再現することに初めて成功した。

●今後の展開

このように、これまで謎であった大規模火山噴火後の硫酸に見られる特徴的な硫黄同位体シグナルを作るメカニズムが解明された。メカニズムが理解されたことにより、硫黄同位体記録から気候変動に影響を与えた大規模火山噴火の検出が可能となった。今後は、硫黄同位体異常の記録から過去に起きた火山噴火の規模及び気候への影響を定量的に復元し、地球の気候変動に対する火山活動の関連の理解が期待される。

【用語説明】

(1) 安定同位体：質量数の異なる原子で、放射壊変せず安定に存在するもの。硫黄は質量数 32, 33, 34 および 36 の四種類が存在する。これらの量比は化学反応等によってわずかに変化するが、特に光化学反応は特定の同位体が異常に濃集もしくは枯渇することが近年明らかにされている。そのメカニズムがわかれば特定の化学反応の指標として使えることが予測されていた。

(2) 大規模火山噴火：成層圏に噴煙が到達する火山噴火は、噴煙に含まれる二酸化硫黄が成層圏で酸化され、成層圏硫酸エアロゾル層を形成し、日照を遮るため、成層圏火山噴火の後地球は寒冷化することが知られている。例えばピナツボ火山の大規模噴火(1991年)の後数年間は、地表に達する太陽光が最大で 5%減少し、北半球の平均気温が 0.5°C から 0.6°C、地球全体で約 0.4°C 下がったことが知られる。

【新聞などの発表解禁時期】

2013年2月11日(月) 15時 (アメリカ東部標準時間)

【論文タイトル】

SO₂ photoexcitation mechanism links mass-independent sulfur isotopic fractionation in cryospheric sulfate to climate impacting volcanism

【出版】

Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America

【著者】

Shohei Hattori (服部祥平, 東工大, 助教), Johan A. Schmidt (コペンハーゲン大学, 研究員), Matthew S Johnson (コペンハーゲン大学, 准教授), Sebastian O. Danielache (上智大学, 嘱託教員), Akinori Yamada (山田明憲, 東大, 博士学生) Yuichiro Ueno (上野雄一郎, 東工大, 准教授), Naohiro Yoshida (吉田尚弘, 東工大, 教授)

【問い合わせ先】

東京工業大学 大学院総合理工学研究科 化学環境学専攻
助教 服部 祥平 / 教授 吉田 尚弘

Email: hattori.s.ab@m.titech.ac.jp / yoshida.m.aa@m.titech.ac.jp

TEL: 045-924-5438 (090-6009-8991) / 045-924-5506

FAX: 045-924-5143