

*田中泰宙, 足立恭将, 行本誠史, 小畑淳, 他 地球システムモデル開発グループ(気象研究所)

はじめに

大規模な火山噴火に伴う SO_2 ガスは成層圏に到達して酸化され、硫酸塩エアロゾルとなる。火山噴火に伴うこのような成層圏硫酸エアロゾルの増加は太陽放射を散乱し、地表に到達するエネルギーを減少させる。成層圏では硫酸エアロゾルは数年単位の寿命で浮遊するため、地球の気候に重大な影響を及ぼす可能性がある。IPCC の気候モデル相互比較実験 CMIP5 などの気候実験においては、このような火山起源のエアロゾルによる光学的厚さの増加の効果は採り入れられているものの、エアロゾルモデルによって火山起源のエアロゾルを動的に扱うものはほとんど無く、火山起源エアロゾルの気候変化への影響の評価は十分なものであるとは言い難い。

気象研究所の気候モデル (Yukimoto et al., 2011; 2012) では、火山起源のエアロゾルを動的に扱い、その気候への影響をより直接的に評価できるようにしている。本研究では、気象研究所の気候モデル MRI-CGCM3 を用いた火山起源エアロゾルの影響評価のため、トバ火山を想定した仮想的な超巨大火山噴火によるエアロゾルに対するモデルの応答を調べた。

火山の超巨大噴火について

米国のイエロー・ストーンやインドネシアのトバ火山は数10万年に1度程度の低頻度であるが、数100～数1000 km^3 ものマグマを吹き出す超巨大噴火を引き起こしている。トバ火山は約7万4000年前に2800 km^3 もの超巨大噴火を起こしたと考えられている。このとき引き起こされた寒冷化（火山の冬）により、人類の人口は数千人程度まで減少し、絶滅寸前の「ボトルネック」状態になったとの説がある。

このような巨大な火山噴火は、非常に頻度の低い事象ではあるものの、一度起きれば甚大な影響をもたらすと考えられるため、その調査と理解は重要であると考えられる。

数値モデルの概要

本実験では気象研究所の気候モデル MRI-CGCM3 (Yukimoto et al., 2012) を用いた。このモデルは大気大循環モデル MRI-AGCM3, 海洋大循環モデル MRI.COM, エアロゾルモデル MASINGAR mk-2 から構成される。エアロゾルモデルには硫酸塩・BC・OC・鉱物ダスト・海塩粒子の5種類のエアロゾルが含まれている。エアロゾルおよびその前駆気体 (SO_2 , BC, OC) の人為・バイオマス燃焼起源の放出量は気候モデル比較実験 (CMIP5) で使用される RCP インヴェントリを用いる。トバ火山を想定した超巨大火山噴火による SO_2 放出量として、先行研究例である Robock et al. (2009) に従って1991年のピナツボ火山噴火の100倍および300倍を仮定した実験を行った。この仮想実験では、現在気候 (2011年) の6月にトバ火山 (2.5N, 98.5E) においてそれぞれ $20 \times 10^8 \text{Mg}$, $60 \times 10^8 \text{Mg}$ の SO_2 を噴出する火山が噴火したと仮定する。

尚、地球システムモデルによるこの巨大火山噴火の炭素循環への影響の評価は本大会の小畑らの発表を参照されたい。

実験結果の概要

図1は仮想的なトバ火山の超巨大噴火の20日後の火山起源硫酸エアロゾルの光学的厚さの分布を示している。火山噴火による SO_2 は熱帯成層圏を輸送されながら硫酸エアロゾルに酸化され、徐々に地球全体を覆い、噴火の約70日後には南極上空でも濃度が上昇する。全球平均の光学的厚さは現在気候では約0.1～0.2 程度なのに対し、100倍実験では約10, 300倍実験では約26にまで達している。日射の影響により地表気温は顕著に低下し(図2)、海氷面積も増大する。硫酸エアロゾルが回復した後も気温の回復は遅れるが、全球的な凍結や氷河期までには至らず、これは Robock et al. (2009) の結論とも整合的である。

【謝辞】

本研究内容の一部は筑波大学計算科学研究センター共同利用研究の支援を受けています。

参考文献

- Robock, A., et al., 2009: *Journal of Geophysical Research*, **114**(D10), D10107.
- Yukimoto et al., 2011: *Tech. Rep. Meteor. Res. Inst.*, **64**, ISSN 0386-4049, Meteorological Research Institute, Japan.
- Yukimoto et al., 2012: *J. Meteorol. Soc. Jpn.* **90**, 23-64.

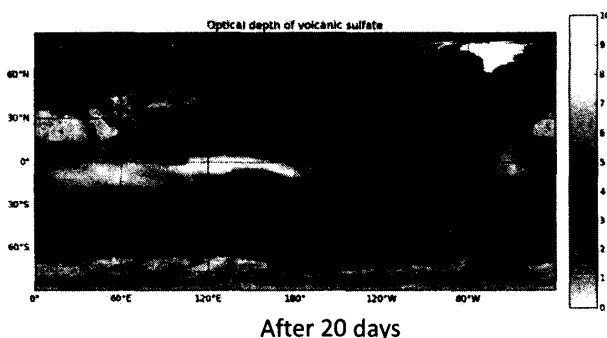


図1. トバ火山仮想実験による20日後の光学的厚さ分布(300倍実験)。図中の「X」はトバ火山の位置。

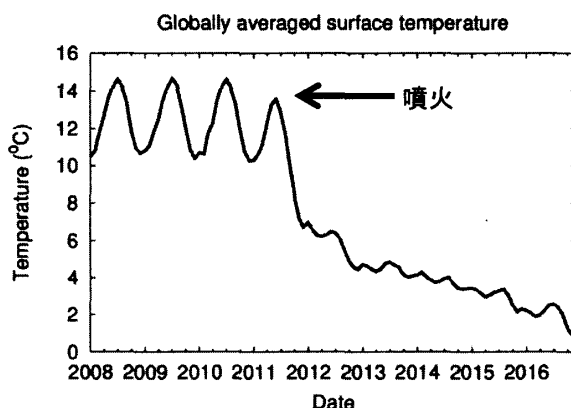


図2. トバ火山仮想実験による全球平均地表気温変化 (300倍実験)。