

先カンブリア時代の大規模火成活動が引き起こす地球表層環境変動

○渡辺泰士^{1,2}, 尾崎和海³, 原田真理子³, 松本廣直⁴, 田近英一¹

(¹ 東京大学、² 現所属: 気象庁気象研究所、³ 東京工業大学、⁴ 海洋研究開発機構)

先カンブリア時代の大气酸素分圧(pO_2)は現在より低く、太古代(40~25 億年前)は現在の0.0001%以下の貧酸素状態であったと考えられている(e.g. Lyons et al., 2014)。その後の原生代(25~約 5.4 億年前)初期には大酸化イベントが発生し、 pO_2 は現在の約 0.01–10%程度の弱好气的状態まで上昇したと考えられている。その一方で、貧酸素状態の太古代後期においては pO_2 が一時的に上昇するイベントが発生していたことが示唆されている(e.g., Anbar et al., 2007)。また、弱好气的状態の原生代には pO_2 が一時的に低下するイベントが発生した可能性が議論されている(e.g., Rasmussen et al., 2012; Uveges et al., 2023)。地球上でこのような短期的な擾乱を引き起こしうる普遍的な要因として、巨大火成岩岩石区(LIP)の形成に伴う大規模火成活動が挙げられる。LIP の噴出に伴い二酸化炭素が大气へと一時的に多量に供給されるため、富酸素的条件の顕生代(約 5.4 億年前~現在)における大規模な LIP の噴出は全球的な温暖化を引き起こし、大陸風化に伴う河川からの栄養塩の供給を促進し、海洋中の基礎生産速度の上昇と海洋の無酸素化を引き起こしたことが知られている。しかしながら、 pO_2 が現在とは大きく異なる先カンブリア時代における LIP の噴出に伴う生物地球化学循環系や大气組成の応答はこれまで不明であった。そこで、本研究では先カンブリア時代の地球表層圏における物質循環を考慮できる理論モデルを用いて、太古代および原生代における LIP の噴出に対する生物地球化学的循環の応答を系統的に調べた。その結果、太古代における LIP の噴出に伴う河川からの栄養塩の供給速度の上昇によって、原生代のような弱好气的条件まで大气酸素濃度が上昇する可能性があることが明らかになった。一方、原生代の場合には、河川から供給される栄養塩が海洋に十分に蓄積する前に火山活動に伴う還元的ガスが大气へと十分に供給される場合には、 pO_2 が急激に低下することが明らかになった。しかし、この場合は LIP の主要な噴出期間が終了すると、河川からの栄養塩の供給速度の上昇によって、太古代の場合の変動と比べ短期間でもとの pO_2 まで回復することが明らかになった。また、この急激な貧酸素化が発生した時期には海洋表層水からの鉄酸化物の生成速度が一時的に上昇することが明らかになった。この結果は、LIP の噴出によって約 19 億年前の縞状鉄鉱層の形成速度の一時的な上昇が引き起こされたとする仮説(e.g., Isley and Abbott, 1999; Rasmussen et al., 2012)を支持するものである。

Environmental fluctuations triggered by eruptions of large igneous provinces during the Precambrian

*Y. Watanabe^{1,2}, K. Ozaki³, M. Harada³, H. Matsumoto⁴, E. Tajika¹ (¹University of Tokyo, ²Present address: Meteorological Research Institute, ³Tokyo Institute of Technology, ⁴Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)