

## 初期地球大気における有機物ヘイズの紫外-可視光領域光学特性と生成率 Optical properties in UV-visible regions and production rate of organic haze on early Earth

笹森 務仁<sup>1\*</sup>, 関根 康人<sup>2</sup>, 杉田 精司<sup>3</sup>  
Tsutoni Sasamori<sup>1\*</sup>, Yasuhito Sekine<sup>2</sup>, Seiji Sugita<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東大・新領域・複雑理工, <sup>2</sup> 東大・新領域・複雑理工, <sup>3</sup> 東大・新領域・複雑理工

<sup>1</sup> Frontier Science, Tokyo Univ, <sup>2</sup> Dept of Complexity Science and Engineeri, <sup>3</sup> Dept of Complexity Sci & Eng, Univ of To

恒星進化モデルによると、今から約 38 億年前、太陽光フラックスは現在の 75% ほどしかないことが示唆されており (Newman and Rood, 1977)。もし当時の地球大気組成が現在と同様の組成であった場合、地表面温度を 0 °C 以上に保つことはできないと考えられている。一方で、地球の海が当時全て凍っていたという地質的証拠はない (暗い太陽のパラドックス) (Sagan and Mullen, 1972, Schopf and Barghoorn, 1967)。したがって、初期地球が生命を育くむような温暖な環境を維持するためには、何らかの強力な温室効果が働いていたことになる。

Sagan と Chyba は、現在のタイタン大気中に存在するような (McKay et al., 1991)、CH<sub>4</sub> の光化学反応によって生成される有機物ヘイズが、太古代の地球大気中でも生成していたと考えた (Sagan and Chyba, 1997)。このような有機物ヘイズは、大気上空で太陽紫外光を遮蔽することで、傘下の NH<sub>3</sub> などの強力な対流圏温室効果ガスの光分解を阻害し地表を温暖にする可能性がある (Sagan and Chyba, 1997; Wolf and Toon, 2010)。しかしながら、このようなヘイズによる紫外光遮蔽効果の有効性は、初期地球大気中で生成される有機物ヘイズの光学特性や生成率に大きく依存する。

本研究では、初期地球大気において生成されたであろう有機物ヘイズの光学特性と生成率を明らかにするため、当時の地球大気的主要組成と考えられる N<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub> (Pavlov et al., 2001) を、様々な割合で混合した気体に、紫外線を照射し模擬初期地球ヘイズを生成する実験を行なった。これら混合ガスに対しての紫外線照射によるヘイズ生成実験は、これまでいくつかの研究グループによって研究されている (Trainer et al., 2006)。しかし、これまで紫外から近赤外領域における連続的なヘイズの光学特性を測定した例はない。また、これら過去の研究は、太陽紫外光には表れない 160 nm 付近にピークを持つ重水素ランプを光源として用いている。

本研究では、121.6 nm に強いピークをもつ太陽紫外光を模擬するため、H<sub>2</sub>/He 混合ガスのプラズマ放電による紫外光を光源として用いた。生成した有機物ヘイズは、分光エリプソメトリーを用いることで、光学定数と生成率を測定した。さらに、中間生成気体分子も四重極質量分析計を用いて調べた。本研究の結果と、過去のタイタンヘイズ (Khare et al., 1984) や初期地球ヘイズ (Hasenkopf et al., 2010) と比較を行なった結果、本研究で生成されたヘイズの紫外光域での複屈折率の虚数部  $k$  は小さくなった。このことは、生成されたヘイズは紫外光に対して光学的厚さは薄いことを意味し、紫外線遮蔽効果も小さいことを示唆している。

参考文献: Newman and Rood, 1977. Science 198,4321; Sagan and Mullen, 1972 Science 177 52; Schopf and Barghoorn, 1967 Science 156 3774

Hasenkopf et al., 2010. Icarus 207, 903; Khare et al., 1984. Icarus 60, 127; Pavlov et al., 2001. J. Geophys. Res. 106, 23267; McKay et al., 1991. Science 253, 1118; Sagan and Chyba, 1997. Science 276, 1217; Trainer et al., 2006. PNAS 103, 18035; Wolf and Toon, 2010 Science 328, 1266.