

海洋大気中における硫黄サイクル

*直江寛明 (気象研究所)

はじめに

DMS (Dimethylsulfide、 CH_3SCH_3) は対流圏の硫黄サイクルの中で主要な部分を占めており、DMS は全球の硫黄放出量約 20%にも達する (15–25 Tg-S/年)。大気中へ放出された DMS は OH ラジカルなどによって SO_2 や硫酸塩などに酸化される。海洋大気では他に主だった SO_2 の発生源がないので、DMS は海洋大気中で主要な SO_2 の発生源となっている。DMS の酸化物はエアロゾルと相互作用し気候にも影響を与える。また海洋大気中では DMS 放出量が大きいわりには SO_2 濃度が低い。

我々は、エアロゾルの気候への影響とそれらの相互作用、間接効果を見積るために、気象研究所化学気候モデル (MRI-CCM) と MASINGAR の骨組みを生かして独自に化学・エアロゾルモデルを開発中している。今回の発表では、海洋大気中における SO_2 除去過程に着目し、海洋大気中の硫黄サイクルをモデルで調べたので報告する。

方法

力学モデル：水平解像度は T42、鉛直解像度は η 気圧座標系で 45 層 (上端 0.01 hPa, 80 km) である。大気の大規模な流れによる移流の計算には三次元のセミラグランジュ法、積雲対流による輸送は鉛直質量フラックスを用いて計算する。

化学輸送モデル： 化学物質の予報変数は、

SO_2 、 SO_4^{2-} 、DMS、DMSO、 H_2S 、 CS_2 ；診断量は、OH と NO_3 (気相反応)、 H_2O_2 と O_3 (液相反応) である。実験パラメータは、海水から大気中へ放出される DMS フラックスは 50–200 pmol $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、気体の乾性沈着速度は 0.1–0.3 cm s^{-1} 、 SO_2 の乾性沈着速度は 0.3–3.0 cm s^{-1} で与えた。海洋の混合層高さは約 1 km、OH の平均濃度は 10^6 個 cm^{-3} とした。

結果

海洋大気中における SO_2 の除去過程は、1) 気相反応 (OH や NO_3 ラジカルによる酸化)、2) 液相反応 (雲の中での酸化)、3) 乾性沈着、4) 海塩粒子による吸着・除去、が主に考えられる。図 1 に、 SO_2 の乾性沈着速度をパラメータとして与えた場合 (左図 : 0.3 cm s^{-1} ； 右図 : 3.0 cm s^{-1})、化学種の初期値ゼロとし DMS フラックスを与えて 1 か月時間積分し、20–30 日の時間平均した緯度高度断面図を示す。海洋大気の境界層内の SO_2 濃度は左図で 200–300 ppt、右図で 50–150 ppt ぐらいである。海面に近い海洋大気中での DMS 濃度は 100 ppt、 SO_2 濃度は 20 ppt といわれており、モデルで計算した値はかなり高く、DMS フラックスを変化させただけでは低濃度の SO_2 は説明できない。海洋大気で観測される低濃度 SO_2 の原因是、3) 乾性沈着と 4) 海塩粒子による除去が特に大きいのではないかと考えられる。

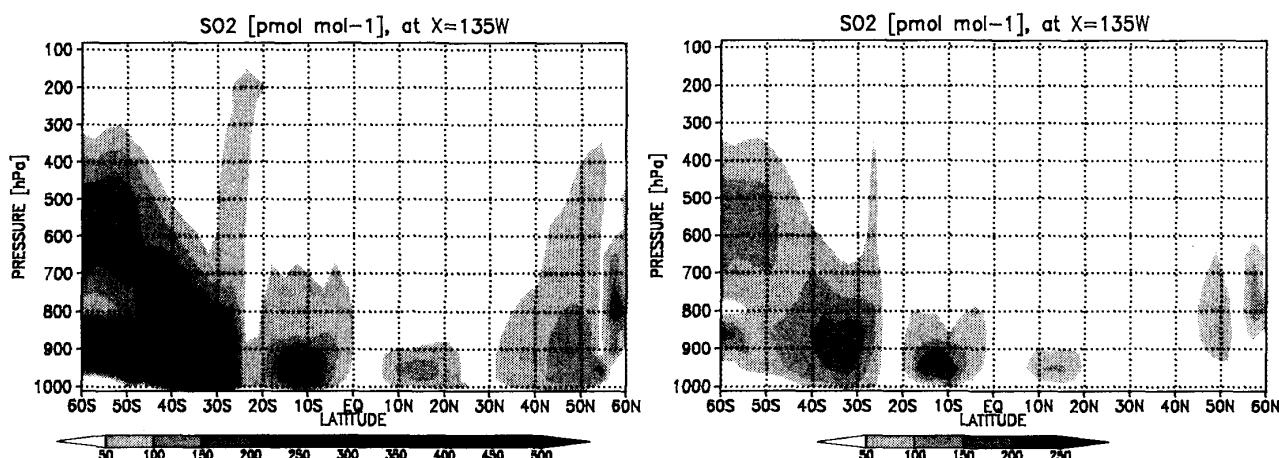


図 1. SO_2 濃度で経度 135W に沿った緯度高度断面図。単位は pptv。化学種の初期値をゼロ、DMS フラックスを与えて 1 か月の時間積分し、20–30 日の時間平均した値。乾性沈着速度は、左図 : 0.3 cm s^{-1} 、右図 : 3.0 cm s^{-1} 。