

領域化学輸送モデルにおける北極海上での ブラックカーボンの湿性沈着過程の評価

○滝川雅之・竹谷文一・宮川拓真・山口将大・金谷有剛（海洋研究開発機構）

はじめに 森林火災や人為起源の各種燃焼過程の際に生じるブラックカーボン(BC)エアロゾルは健康影響などを引き起こす PM2.5 の一つであり、とくに北極域においては雪氷中に不純物として含まれることによりそのアルベドを低下させ、温室効果をさらに促進する可能性が指摘されている。一方で、化学輸送モデルにおける BC の地表への降水量予測については不確実性が高いと考えられているものの、その検証のための雪氷中 BC 濃度観測はとくに北半球高緯度域においては十分とはいえない状況にある。2014 年から海洋研究開発機構の研究チームが「みらい」を利用して洋上観測を実施しているが、そのうち 2016 年航海(MR16-06; 2016 年 8 月 22 日-2016 年 10 月 5 日)では大気中 BC 濃度に加えて降水サンプルを採集しており、その中に含まれる BC 濃度を分析することにより、北極海上での BC の大気中からの除去量について評価することが可能となった。本報告では BC の大気中からの除去過程について、領域化学輸送モデルとの比較結果等を含めて報告する。

モデル設定 領域化学輸送モデル WRF-Chem を用い、BC を含む大気微量成分の時空間分布シミュレーションを実施した。計算期間は MR16-06 の航海期間に 3 週間程度のスピンアップ期間を含め、2016 年 8-10 月とした。BC などの放出量分布については人為起源については ECLIPSE、森林火災起源については NCAR FINN をそれぞれ使用した。また化学種の側面境界については水平解像度 2.5 度の全球モデル MOZART-4 を使用した。航海期間中の気象場を再現するため風速、気温、比湿については NCEP GFS による現業再解析データへのナッジングを行った。BC の湿性除去過程については雲内洗浄については Stier et al. (2005) を、雲下洗浄については Kyrö et al. (2009) をそれぞれ使用し、降水量についてはモデル内部で計算される 3 次元診断量を使用した。

観測結果およびモデルとの比較 観測期間ごとの積算降水量について、観測と比較を行った(図 1.)。その結果、モデルにおいては全サンプル取得期間において雲内洗浄が卓越しており、雲下洗浄の寄与はかなり小さいことがわかった。このことから、BC の大気からの除去過程には雲から雨・雪への変換の際に取り込まれる過程の寄与が大きく、オンラインモデルを用いて雲-気象-エアロゾルの密なフィードバックを適切に考慮することが重要であることが明らかになった。一方で 9/9 などモデルが観測を過大評価する事例、および逆に 9/16-17 などモデルが過小評価する事例などが見られており、降水の三次元分布なども含め、今後さらに詳しく検証の必要性があると考えられる。一例として、MR16-06 航路上での降水生成速度の鉛直分布を調べたところ、北極海上では中緯度に比較してやや高い高度域で降水の生成が見られた(図 2)。

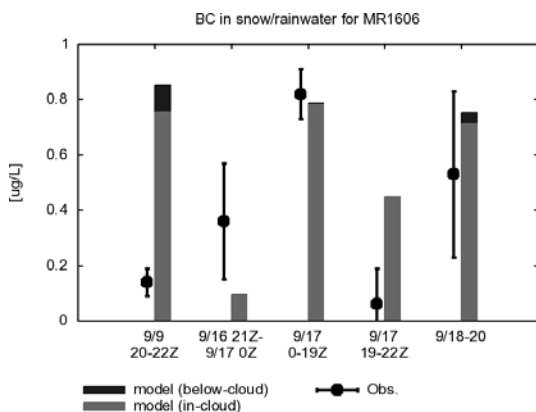


図 1. MR16-06 航海時における観測(●)およびモデルの最近傍格子(縦棒)における降水中 BC 濃度($\mu\text{g/L}$)。モデルについてはさらに雲内洗浄(淡いグレー)と雲下洗浄(濃いグレー)とで区別して表記。

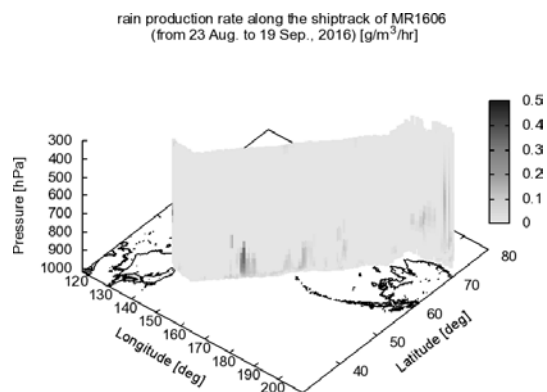


図 2. WRF-Chem モデルによって推定された、MR16-06 航海における 2016 年 9 月 19 日までの航路上での雨滴生成速度の鉛直分布。単位は $\text{g/m}^3/\text{時}$ 。