

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 29 日現在

機関番号：82109

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2016

課題番号：15K16121

研究課題名(和文)降水の物理・化学同時観測と気象化学モデルによるエアロゾル湿性除去機構の解明

研究課題名(英文) Understanding of aerosol wet deposition mechanisms using physical and chemical observations of precipitation and a meteorological chemistry model

研究代表者

梶野 瑞王 (Kajino, Mizuo)

気象庁気象研究所・環境・応用気象研究部・主任研究官

研究者番号：00447939

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：湿性除去過程は、大気エアロゾルの沈着量と気中存在量を支配する。湿性除去過程は、雲核形成に伴う雲内除去(rainout)と雨滴との衝突併合による雲底下除去(washout)に大別されるが、通常の観測ではそれらを区別して測定することが出来ない。本研究では、rainout/washout寄与率を個別に評価するために、降水の粒径分布と化学成分を高時間分解能で測定できるディストロメーターと酸性雨測定装置を気象研究所の露場に設置して連続観測を行った。その結果、硫酸酸化物に対してはwashoutの寄与率はどれだけ大きく見積もっても20%程度と、先行研究(観測、モデル共に50%程度)に比べて低かった。

研究成果の概要(英文)：Wet deposition process determines the deposition amounts of atmospheric aerosols and the abundance in the air. Wet deposition consists of the two distinct processes: in-cloud scavenging acting as cloud condensation nuclei (rainout) and coalescence by settling hydrometeors (washout), but the two processes has not been separately evaluated by conventional observations. In this study, continuous observations of physical and chemical properties of precipitation and aerosols have been done at Meteorological Research Institute (Tsukuba city) and the rainout/washout contributions were quantitatively evaluated. The washout contribution of sulfur oxides was estimated as 20%, which are significantly lower than the previous studies (approximately 50%, both for observations and simulations).

研究分野：大気環境科学

キーワード：エアロゾル 化学輸送モデル 湿性除去 Rainout/washout比 エアロゾル・雲相互作用

1. 研究開始当初の背景

湿性除去過程は、大気エアロゾルの沈着量とその大気中の存在量を支配するにも関わらず、そのモデル再現性は極めて低い。湿性除去過程は、雲核形成に伴う雲内除去 (rainout) と雨滴との衝突併合による雲底下除去 (washout) に大別されるが、通常の観測では、rainout と washout を区別して測定することが出来ない。

また washout については観測と理論の間には約 2 桁程度の開きがある。それらについて、理論において考慮されていない静電気力の効果、また乱流衝突の効果が指摘されている (図 1)。

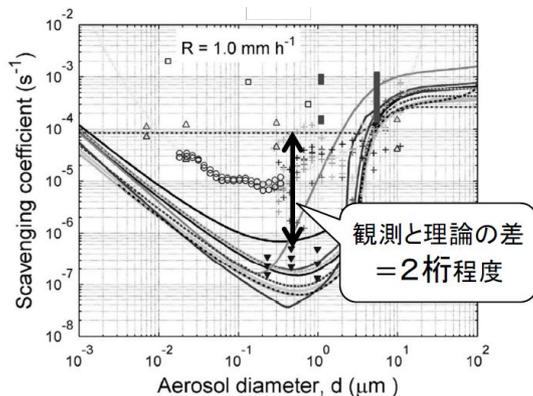


図1. エアロゾル粒径と washout 係数の関係。実線が理論値、シンボルが過去の観測事例 (Wang X. et al., (2010)の図を一部改変)。

2. 研究の目的

本研究では、エアロゾルと降水の物理観測と化学観測を併用することで、信頼度の高い rainout/washout 寄与率を導出する。そして、rainout と washout のモデル再現性を個別に評価することにより湿性除去過程のモデル精度を大幅に向上し、また、エアロゾルの湿性除去過程を支配する要因を明らかにすることが目的である。また上記、観測と理論の 2 桁の開きの原因についても考察を行う。

3. 研究の方法

降水の粒径分布を高時間分解能で測定できるディストロメーターと降水 0.5 mm 毎に化学成分を測定できる酸性雨測定装置 (AR-107SNA) を気象研究所の露場に設置し、連続観測を行う。また気象研で常時観測しているエアロゾルの化学組成と粒径分布、二酸化硫黄濃度、及び気象観測結果を併用して、物質の総沈着量と washout 寄与率を直接評価する。そして、その残差として rainout 寄与率を得る (図 2)。

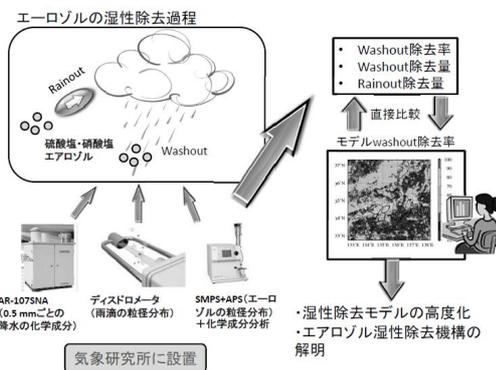


図2. 本研究の概念図

4. 研究成果

硫酸化物に対しては washout の寄与率はいくらでも大きく見積もっても 20%程度と、先行研究 (観測、モデル共に 50%程度) に比べて低かった (図 3-5、表 1)。本成果を 2016 年気象学会春季大会で発表し、また現在、国際誌への投稿用原稿を執筆中である。

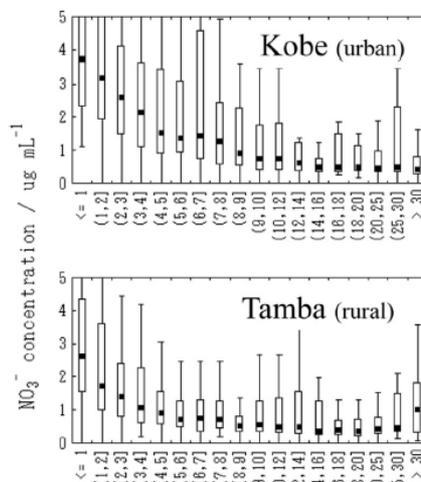


図 3: 従来法で得られた観測による washout/rainout の除去率の算出方法 (Aikawa, Kajino et al, 2014)。

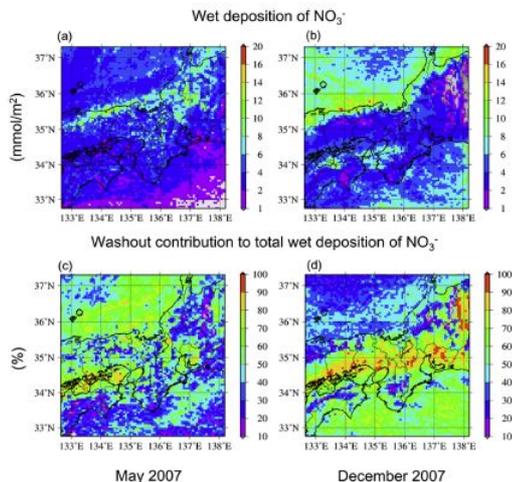


図 4: washout 寄与率の計算結果

イベント10/137 (5/12 19 – 翌1時)

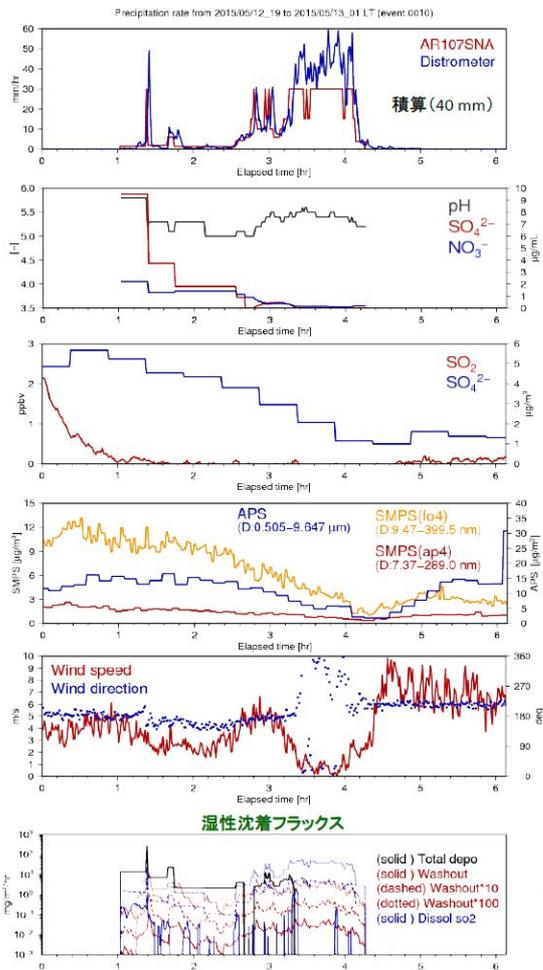


図 5: 気象研露場で観察された、ある降水イベントにおけるエアロゾルと降水の化学・物理同時測定結果の一例 (2015 年 5 月 12 日)

表 1: 気象研における 2015 年 5-7 月の硫酸化物の washout/rainout 寄与率の直接評価結果。「標準」は、観測されたエアロゾルと降水の粒径分布による見積もり。「多め」および「最大」はそれぞれ、エアロゾルと降水の衝突確率が 1 桁および 2 桁過小評価していたと仮定した場合の寄与率。

見積もり方法	標準	多め	最大
総沈着量 (mg/m ²)	389.8	389.8	389.8
Washout (%)	0.1	1	10
Dissolution (%)	0.9	3.2	15.6
Rainout (残渣) (%)	99	96	74

Rainout 寄与率は、80%以上を占める重要な過程であることが判明したが、本研究も含めた従来法では、残差として評価せざるを得ない。今後、より精度の高い rainout/washout

比を得るために、雲風洞施設を有するフランス・ブレイズパスカル大と共同研究を実施して、rainout 寄与率の直接推定を行う必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 2 件)

Kajino, M., Aikawa, M. A model validation study of the washout/rainout contribution of sulfate and nitrate in wet deposition compared with precipitation chemistry data in Japan, Atmos. Environ., 査読有, 117, 124-134, 2015.

Kajino, M., M. Ishizuka, Y. Igarashi, K. Kita, C. Yoshikawa, M. Inatsu. Long-term assessment of airborne radiocesium after the Fukushima nuclear accident: Re-suspension from bare soil and forest ecosystems, Atmos. Chem. Phys., 査読有, 16, 13149-13172, doi:10.5194/acp-16-13149-2016, 2016.

[学会発表](計 5 件)

Kajino, M. et al., Toward consistent prediction of physical, chemical and optical properties of aerosols, gases and precipitation in Northeast Asia, 13th International Conference on Atmospheric Sciences and Applications to Air Quality, Nov. 11, 2015, 神戸国際会議場 (兵庫県・神戸市)

Kajino, M., Sato, Y., Toward a minimal representation of aerosols in gas-aerosol-cloud interaction modeling, International Workshop on downscaling 2015, Oct. 6, 2015, つくば国際系議場 (茨城県・つくば市)

梶野瑞王, 佐藤陽祐, 島伸一郎, SCALE-LES におけるエアロゾルモジュールの実装, エアロゾル 雲相互作用について語らう会, 2016 年 2 月 26 日, 国立極地研究所 (東京都・立川市)

梶野瑞王ほか, エアロゾル湿性除去過程に関する物理・化学同時観測, 2016 年日本気象学会春季大会, 2016 年 5 月 20 日, 国立オリンピック記念青少年総合センター (東京都・渋谷区)

梶野瑞王, 佐藤陽祐, 雲微物理過程のエアロゾル均一核形成の不確定性に対する感度, 2016 年日本気象学会春季大会, 2016 年 5 月 18 日, 国立オリンピック記念青少年総合センター (東京都・渋谷区)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.mri-jma.go.jp/Member/ap/uokajinomizuoka.html>

http://www.mri-jma.go.jp/Dep/ap/ap4lab/member/member_kajino.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

梶野 瑞王 (KAJINO, Mizuo)

気象研究所・環境・応用気象研究部・主任
研究官

研究者番号：00447939