

専攻 総合エネルギー	学籍番号 887654	指導教官氏名 北田敏廣 助教授 北尾高嶺 教授 中村俊六 教授
申請者氏名 李 志成		

## 論文要旨

論文題目	冬季日本海上を通過するメソ-βスケール対流雲に伴う酸性物質の長距離輸送 — 数値解析 —
------	--

(要旨 1,200 字以内)

西高東低の冬型気圧配置の下で、大陸の冷気が暖かい日本海上を通過するとき、海面から水蒸気を供給され雪雲を生成する。本研究は、この雪雲の生成に伴って大陸起源の汚染物質が、どの程度酸性物質に変換されるかを数値モデルを用いて調べたものである。

5 モデルは、三次元 Eulerian であり、気相および液相物質の輸送・反応・沈着の諸過程を念む。モデルの気相物質に関する輸送・反応部分は Kitada (1984) と Carmichael (1986) に基づき改良を加えたものである。大気中の水分相として考慮するのは、(水蒸気の他に) 雲水、雲氷、雨、雪、雪あられの 5 種類である。10 これらの輸送化学種の各水分相間の移動速度の推定は、Rutledge (1984) の雲物理モデルに基づき、日本海側の降雪を適切に表現するように改良を加えたものを用いた。このモデルを用いて、観測から与えられた気象場の初期値を考慮し、冬期に日本海上に起こるメソ-βスケールの対流性の雲列の生成および降雪の計算を行った。雲水量や降雪強度の計算結果は観測値とほぼ一致しており、雲物理モデルが妥当な構造を持つと考えられる。

この雲物理場を用いて汚染物質輸送の計算を行った結果、汚染物質の濃度に関して、雲の中の空気、雲水及び降雪内の汚染物質の予測値は最近の日本海側の観測値に定性的に一致していることが分かった。さらに、計算結果より以下のことが分かった：  
 (1) この状況で、金沢市の冬期硫酸塩沈着量の 30%~40% 程度は、20 長距離輸送過程をとおして大陸から来た汚染物質であることが示唆された、(2) 弱い対流によって、エアロゾル相の  $\text{NO}_3^-$  と  $\text{SO}_4^{2-}$

と溶解性の高い $\text{HNO}_3$ と $\text{SO}_2$ は雲層の下にトラップされる可能性があり、それらの雲底下における大気中濃度は雲なしの場合より高い。この現象を引き起こすメカニズムは：エアロゾル物質はScavengingにより、一方、気相物質は吸収によって気相から雲粒子に移る。雲粒子中の汚染質はrimingによって降雪中に移動して、下層に戻され、さらに雪の蒸発と共に再び気相とエアロゾルに戻るためと考えられる。(3)雲水相S(IV)の酸化反応の寄与によって領域全体での統計の $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$ 変換速度が雲なしの場合の約25%増となった。なお、この増加をもたらした液相酸化反応の寄与率は、 $\text{H}_2\text{O}_2$ によるものが77.4%、 $\text{O}_2(\text{Fe}^{3+}, \text{Mn}^{2+}$ 触媒)が21.1%、 $\text{O}_3$ が1.5%であった。(4)12時間の降雪に伴う $\text{SO}_4^{2-}$ の湿性沈着量のうち66%はnucleation scavengingによってエアロゾル $\text{SO}_4^{2-}$ が雲粒子、さらに雪粒子に移ったもの、残り34%は雲水相のS(IV)の酸化反応によるものであった。さらに、雲底以下のエアロゾル $\text{SO}_4^{2-}$ のimpaction scavengingによる寄与率は僅かのものであった。(5)しかし、 $\text{HNO}_3$ の場合は、雲底下での落下する雪粒子表面への吸着過程が重要な過程であった。この過程によって $\text{NO}_3^-$ 湿性沈着量の75%がもたらされた。従って、酸性雪モデリングの重要な過程と考えられる。(6)数値モデルは酸性雨研究の有効な道具であることを証明した。今後、モデルの改良によって、酸性雨現象の主たるメカニズムの検討が可能であり、また、モデルの適用によって、酸性雨現象のrain outとwashoutの諸過程のパラメタライズをすることができ、そして、その結果をsynoptic規模の予測モデルに導入し、もっと広い地域の酸性雨の輸送を分析することも可能であります。