

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 宋 秦平

論 文 題 目

Acidity of aerosol particles: Estimation based on a chemical thermodynamic model and development of a direct measurement method

(エアロゾル粒子の酸性度：化学熱力学モデルに基づいた推定および直接測定法の開発)

論文審査担当者

主 査 名古屋大学大学院環境学研究科 教 授 長田 和雄

副 査 名古屋大学大学院環境学研究科 教 授 角皆 潤

副 査 名古屋大学宇宙地球環境研究所 教 授 持田 陸宏

論文審査の結果の要旨

別紙 1-2

大気中のエアロゾル粒子は、気候や人の健康、大気を介した物質輸送など多方面に影響を及ぼしている。吸湿性の化学物質を含むエアロゾル粒子は、高湿度で潮解し、水を含む。粒子中の水の酸性度 (pH) は、粒子内での化学反応や周囲のガス状成分との平衡を左右する重要なパラメータである。しかし、エアロゾル粒子の水について pH を直接測定するのは困難である。これまでに、断片的な情報を用いた推定の他、化学熱力学モデルを用いた短期間の見積もりは行われているが、アンモニアを含む良質なデータセットを用いた長期の検討例は少ない。

そこで本研究では、名古屋における 2 年間の粒径別エアロゾル粒子のイオン成分、アンモニア、硝酸ガスの各濃度と化学熱力学モデル (Extended-Aerosol Inorganic Model IV、以下 E-AIM と略す) を用いて、粒子水の pH を見積もり、pH の変動要因を知るために感度実験をおこなった。E-AIM で推定した粒子水の pH は夏に低く (約 2.3) 冬に高い (約 3.1) 季節変化を示した。断片的な過去の研究では不明確であったが、硫酸イオン濃度がある程度低い場合には、水分量等の温度依存性により pH の季節変化が見られることを明らかにした。

化学熱力学的な推定値を実際の大気エアロゾルと比較検討するには、直接的な測定法の開発が必要である。そこで、高湿度下での吸湿平衡状態を利用して、潮解した粒子水の pH を pH 試験紙の変色により測定する方法を検討した。まず、市販されている 6 種類の pH 試験紙を種々のイオン強度下で試験し、高イオン強度でも測定可能な試験紙を選別した。硝酸カリウム飽和水溶液を用いて相対湿度を 92% に維持した環境下に、エアロゾル粒子を点状に集積した試料を曝露し、吸湿により生じた濃厚水溶液を pH 試験紙に供し、反応色のデジタル値から pH を測定する手法を開発した。実際に名古屋の大気から採取した微小粒子を用いて調べたところ、検出可能な液滴を形成するためには 1 スポットあたり約 $12 \mu\text{g}$ 以上あれば測定可能であることがわかった。pH 試験紙法によるエアロゾル試料の測定結果と E-AIM による推定結果とを比較検討したところ、測定チャンバー内のアンモニア濃度が測定値と推定値に大きく影響することがわかった。また、モデル出力値からの pH 算出方法についての知見を整理し、実測からの乖離が少ない方法を提示した。

以上のように本論文は、名古屋におけるエアロゾル粒子に含まれる水の pH を化学熱力学モデルに基づいて見積もり、季節変化とその変動要因を明らかにした。さらに、より実際に近い直接的な pH 測定法を開発し、従来の化学熱力学モデルによる見積もりに対して、実測値による検証を可能にした。個別粒子の解析にはさらなる改良が必要ではあるものの、これらの成果は大気科学の発展に大きく寄与するものである。よって、本論文の提出者である宋 秦平氏は、博士 (理学) の学位を授与される資格があると判定した。