

日本の遠隔地域における粒子状硫黄および
窒素化合物濃度の長期トレンド評価

20515008 小澤 茉由子

(指導教員：松田 和秀)

【はじめに】

現在、東アジアでは、大気汚染対策が推し進められている。その中でも近年において顕著な成果を上げているのが中国であり、このような変化は日本の大気環境に影響を及ぼす可能性が高い。そこで、本研究では、近年の大気環境の傾向を解析し、大気汚染対策の効果を検討する研究を行った。広域の傾向を把握するために、東アジア酸性雨モニタリングネットワーク (EANET) の国内遠隔局におけるモニタリングデータを用い、過去 16 年間の硫黄と窒素の大気中濃度の長期変化傾向を解析した。さらに、後方気流解析や国内外排出量との比較から濃度のトレンドに与える影響を評価した。

【方法】

解析対象は、2004～2019 年の EANET 遠隔局 8 か所 (利尻、竜飛岬、佐渡関岬、八方尾根、隠岐、梶原、辺戸岬、小笠原) における、粒子状非海塩由来硫酸塩 (nss-SO_4^{2-})、酸化態窒素 (粒子状 $\text{NO}_3^- + \text{HNO}_3$) および還元態窒素 (粒子状 $\text{NH}_4^+ + \text{NH}_3$) とした。必要となるデータは EANET から入手した。月間値や年間値に変換する各段階でデータ完全率に応じた棄却水準を設け、欠測期間の沈着量は Stineman 補間によって補った。トレンド解析には Mann-Kendall 検定および Seasonal Mann-Kendall 検定を用いた。

【結果と考察】

対象物質濃度の 8 局の中央値の経年変化から日本全体の長期傾向を調べたところ、図のような結果が得られた。粒子状非海塩由来硫酸塩に関しては過去 16 年間で減少 ($p < 0.05$) していることが分かった。一方で、酸化態・還元態窒素に関しては明確な増減は確認できなかった。これらの結果に対し、国内外の大気汚染対策と照らし合わせたところ、中国の対策時期と関連していると推定された。その推定に基づき、中国の

排出量と日本の遠隔域の濃度との関連を調べるために、2004~2008年、2009~2013年、2014~2018年と期間を3つに分けて比較した。小笠原を除く7地点において粒子状非海塩由来硫酸塩・酸化態窒素・還元態窒素の濃度の長期傾向を判断すると、粒子状非海塩由来硫酸塩濃度において2014~2018年に竜飛岬・八方尾根・隠岐・梶原で減少 ($p<0.05$) が、酸化態窒素濃度において2004~2008年に隠岐・辺戸岬で増加 ($p<0.05$) が見られた。2004~2008年の酸化態窒素濃度増加期間について、窒素酸化物排出量は、日本ではほとんど変化がなかったが、中国では排出量が急増しており、当該期間の濃度の増加傾向と概ね一致していた。一方、2014~2018年の粒子状非海塩由来硫酸塩減少期間については、中国において二酸化硫黄の排出量が減少しており、大気中濃度の挙動と一致する。また、酸化態窒素濃度を地点別に比較したところ、西日本に位置する観測地点の方が東日本のものより高濃度であることがわかった。

以上のことから、西日本地域は国外排出の影響を強く受けていることが示唆された。

後方流跡線解析を用い、7地点における気流の月変動を解析したところ、西日本地域は高濃度となる時期、中国大陸の都市域からの気流が卓越していることがわかった。これはつまり、中国における人為起源の排出量が大きい地域からの気流が、国内の酸化態窒素濃度の傾向に影響を与える可能性を示唆していると考えられる。

以上より、日本の遠隔域は、特に西日本において中国の排出量の傾向を強く反映し、近年、硫黄成分の減少が顕著であり、窒素成分の比率が増加していることが明らかとなった。

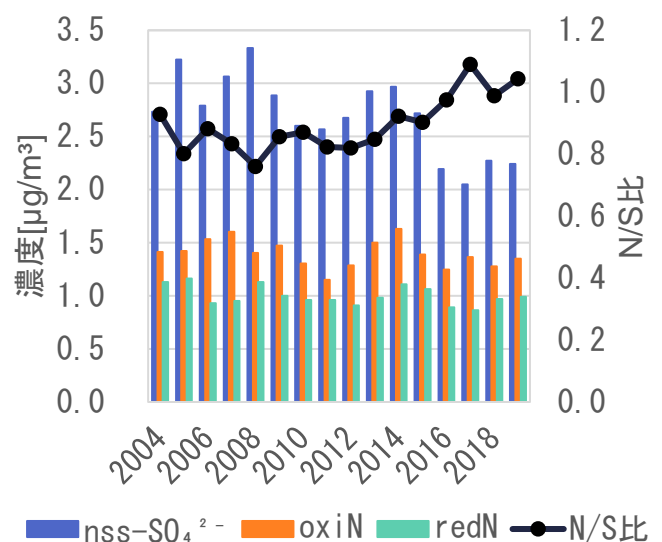


図.日本の遠隔地域における硫黄・窒素化合物濃度および硫黄・窒素比 (NS比) の経年変化 (中央値) (※oxīN:酸化態窒素、redN:還元態窒素を指す)