

# 窒素化合物の大気沈着推計法の開発

05T7-055 : 藤村 佳史  
指導教員 : 松田 和秀

## 1. 研究の背景と目的

近年発展の著しいアジア地域において、窒素化合物や硫黄化合物の排出量が増加傾向にある。その影響により大気汚染物質の越境大気汚染や大気沈着による森林、土壌、湖沼等の生態系への影響が懸念されている。更に、東アジアの13カ国が参加しているEANET（東アジア酸性雨モニタリングネットワーク）が2006年に取りまとめた「東アジア地域の酸性雨の状況に関わる第一次評価報告書」においても、東アジアにおける窒素化合物の大気沈着が環境に及ぼす影響について、同様の懸念がされている。しかしながら、現在東アジアにおける窒素化合物の大気沈着の実態は、ほとんど明らかにされていない。

現在東アジアにおける大気沈着の研究は、森林や草地における影響を対象にしたものが多い。一方、日本は海に囲まれている為、海面における大気沈着の影響についても考慮する必要がある。

以上のような状況を踏まえ、本研究では窒素化合物の大気沈着の実態を把握する為、第一に既存の沈着速度推計法を用いて、日本周辺遠隔域における森林、草地の窒素化合物の大気沈着の量を推計した。次に新たに海面における乾性沈着速度推計法を開発し、日本周辺遠隔域における海面の窒素化合物の大気沈着の量を推計した。その後、遠隔域に存在するEANET測定局周辺の土地利用状況を解析し、土地利用毎（森林・草地・海面）に推計した窒素化合物の大気沈着量解析と合わせることで、日本周辺遠隔域における窒素化合物の大気沈着の実態を把握した。

## 2. 解析方法

解析に必要な湿性沈着データ・気象データ・大気汚染物質濃度データは、2006年1月～12月にEANET測定局において観測されたものを用いた。

### 1) 森林・草地における窒素化合物の大気沈着

松田(2008)による乾性沈着速度推計法を用いて、日本の遠隔域に設置されているEANET測定局(利尻、竜飛、佐渡関岬、八方尾根、隠岐、梶原、辺戸岬、小笠原)において、窒素化合物の乾性沈着を森林、草地の土地利用毎に推計した。その結果をEANET測定局において測定された窒素化合物の湿性沈着と合わせることで、窒素化合物の大気沈着の量を推計した。

### 2) 海面における乾性沈着速度推計法の開発—海面における窒素化合物の大気沈着

松田(2008)による乾性沈着速度推計法に海面の特徴を取り入れ、海面における乾性沈着速度推計法を検討した。更に、小林ら(2007)による実測値を基に海面粗度( $Z_0$ )について解析を行い、乾性沈着速度推計法の推計精度を向上させた。

海面における乾性沈着速度推計法を用いて、日本の遠隔域に設置されているEANET測定局における窒素化合物の乾性沈着量を推計した。その後、その結果をEANET測定局において測定された窒素化合物の湿性沈着と合わせることで、海面における窒素化合物の大気沈着の量を推計した。

### 3) 窒素化合物の大気沈着量解析

日本の遠隔域に設置されているEANET測定局周辺1Kmの土地利用状況の解析を行い、11種類あった土地利用を森林・草地・海面の3つに区分し、EANET測定局周辺の森林・草地・水面の割合を推計した。次にその結果を基に、土地利用毎に推計した窒素化合物の沈着量に重み付けをおこない、日本周辺遠隔域における窒素化合物の大気沈着の量を推計した。

## 3. 結果と考察

### 1) 森林・草地における窒素化合物の大気沈着

図1に、2006年の日本周辺遠隔域における森林及び草地の窒素化合物の年間沈着量を示す。この結果から日本周辺遠隔域の森林における窒素化合物の大気沈着では、サイト毎に多少の違いはあるが湿性沈着量と乾性沈着量は、ほぼ同等であると考えられる(図1,左)。一方、草地においては沈着量の大半を湿性沈着が占めるという結果を示した(図1,中)。

2) 海面における乾性沈着速度推計法の開発—海面における窒素化合物の大気沈着

小林ら(2007)は、日本で事例が少ない海洋における大気 SO<sub>2</sub>の乾性沈着フラックスの観測を行い、風速と乾性沈着速度の関係を示した。それを基に海面粗度 (Z<sub>0</sub>) について検討を行った結果、Z<sub>0</sub>≒0.001m (1mm) と設定した時に、観測による実測値との一致が良かった。

この値を基に海面における窒素化合物の大気沈着量を推計した結果を図1 (右) に示す。ここで海面における沈着量解析では、図2の土地利用解析において周辺に海面がないと考えられる EANET サイト (八方尾根と栲原) は考慮しなかった。この結果から、海面においても草地と同様に沈着量の大半を湿性沈着が占めるという傾向が見られた。また、海面への沈着の大きな特徴として、NH<sub>3</sub>の沈着量が多いという傾向が見られた。これは、アンモニアが特に水に溶けやすい物質であり、また、硝酸に比べアンモニアの大気中濃度が高い為であると考えられる。

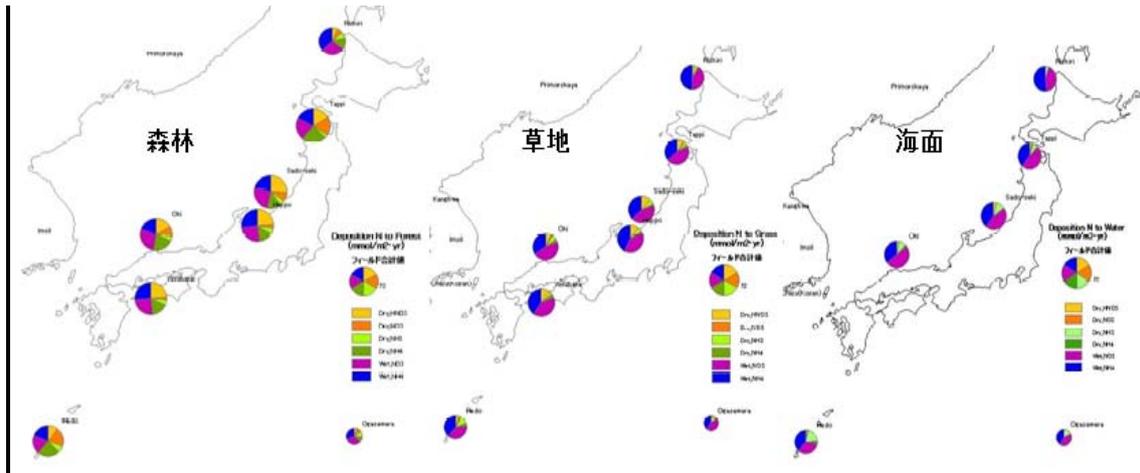


図1. 土地利用毎の窒素化合物の大気沈着量 (2006)

3) 窒素化合物の大気沈着量解析

図2に、日本の遠隔域に設置されている EANET 測定局周辺 1 km の土地利用状況を示す。

この土地利用割合を基に、図1に示した土地利用毎の沈着量に重み付けを行い、日本周辺遠隔域における窒素化合物の大気沈着の量を推計した (図3)。ここで図1、3では、円の大きさが沈着量に比例している。図3から、日本における窒素沈着の特徴として以下のものが挙げられる。①日本周辺遠隔域では、乾性沈着に対して湿性沈着の割合が多い。②硝酸の沈着量とアンモニアの沈着量はほぼ同等である。③太平洋側の沈着量に比べ、日本海側の沈着量が多いという結果が、本研究の解析から示唆される。

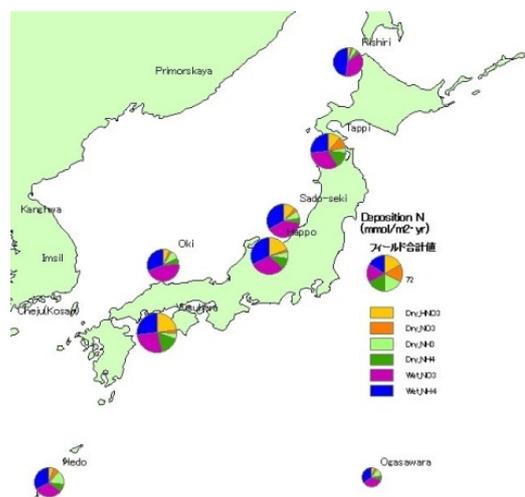
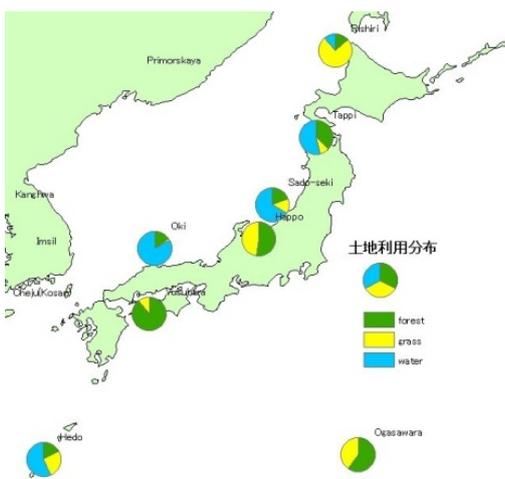


図2. EANET 測定局周辺の土地利用状況

図3. 日本周辺遠隔域における窒素化合物の大気沈着量

参考文献

- ・松田(2008) 大気中硫黄および窒素化合物の乾性沈着推計—沈着速度推計法の更新—大気環境学会誌 Vol43.No6:332-339
- ・小林ら(2007) 大気中 SO<sub>2</sub>の海洋への乾性沈着フラックスの推定. 大気環境学会誌 Vol42.No6:321-326