

# 九州・沖縄・山口地方酸性雨共同調査研究（第Ⅳ期）について

岡田守道<sup>1)</sup> 中村雅和<sup>2)</sup> 赤崎いずみ 三角敏明  
[九州衛生環境技術協議会大気分科会, 山口県環境保健センター]

## Study of acid rain in Kyushu region and Okinawa prefecture and Yamaguchi prefecture

Morimichi OKADA, Masakazu NAKAMURA, Izumi AKAZAKI, Toshiaki MISUMI

### 要 旨

九州・沖縄・山口地方で実施された湿性沈着調査（平成 14～26 年度）及び乾性沈着調査（平成 15～26 年度）のデータを用いて解析を行った。本地方の pH の平均値は 4.57～4.77 の範囲にあり、平成 17 年度までは全国平均値より高かったが、平成 24 年度以降は全国平均値を下回った。湿性沈着の NO<sub>3</sub> 濃度は九州北部で最も高く、大陸からの季節風が吹く冬季に増加傾向にあることから、NO<sub>x</sub> 排出量の増加が懸念されている大陸からの影響が考えられた。湿性沈着の nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>濃度は、平成 19 年度から 22 年度までは減少傾向にあり、これは大陸の SO<sub>2</sub> 排出量の変動と連動した挙動であったが、平成 23 年度以降濃度が逆に増加していることから、活動が活発化している桜島等の火山の影響を受けていることが示唆された。

キーワード：酸性雨，湿性沈着，乾性沈着，越境汚染

### はじめに

東アジア地域では近年の経済成長に伴って大気汚染物質の排出量が増加しており<sup>1)</sup>、我が国への越境汚染の影響が懸念されている。特に九州・沖縄・山口地方（以下「本地方」という。）は越境汚染の影響を受けやすい地域であると考えられることから<sup>2)</sup>、九州地方知事会の政策連合項目として「酸性雨観測体制の整備の連携」が選定された。この取組みの一環として、九州衛生環境技術協議会大気分科会と山口県環境保健センターで酸性雨の共同研究を行い、当所がそのとりまとめを行っている。これまで第Ⅰ期調査（平成 14～18 年度データ解析）、第Ⅱ期調査（平成 14～20 年度データ解析）、第Ⅲ期調査（平成 14～23 年度データ解析）を行ってきた。今回、第Ⅳ期調査として平成 14～26 年度のデータを解析したのでその結果について報告する。

### 調査方法

#### 1 地域区分

湿性沈着の降水量、nss(non sea salt)-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>及び nss-Ca<sup>2+</sup>濃度についてクラスター分析を行い、本地方の測定地点を、「九州北部」（山口、曲淵、太宰府、佐賀）、「九州西部」（長崎、諫早、熊本、宇土）、「九州中部」（阿蘇、大分久住）、「九州南部」（人吉、宮崎、鹿児島）及び「沖縄」（大里）の 5 つの地域に分類した。

#### 2 湿性沈着

降水時開放型捕集装置を用いて原則 1 週間単位で採取した試料について、降水量、pH、電気伝導度及びイオン成分濃度を測定した。

#### 3 乾性沈着

フィルターパック（4 段ろ紙）法により原則 1 週間単位で採取した試料について、イオン成分濃度を測定した。

## 調査結果及び考察

### 1 湿性沈着

本地方の pH の平均値は、4.57(H26)～4.77(H16)の範囲にあり、平成 17 年度までは全国平均値<sup>3-5)</sup>より高かったが、平成 18 年度から 23 年度は全国平均値<sup>6-11)</sup>と同程度若しくはやや低い値で推移した。平成 24 年度以降は全国平均値<sup>12),13)</sup>が上昇しているのに対し、本地方の平均値は低下の傾向にあった(図 1)。地域ごとの経月変化では、年間をとし沖縄が他の地域より pH が高い値で推移したが、季節では、すべての地域で冬季に低くなる傾向があった(図 2)。

本地方の NO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度は、夏季に低く冬季に高くなる傾向があり、この変動は九州北部で最も大きく見られた(図 3)。これは、nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>イオンや NH<sub>4</sub><sup>+</sup>イオンなどの他の成分イオンでも同様の傾向があり、また、地域別では九州北部で最も高く、南に

行くほど低くなる傾向があった(図 4)。これは、大陸により近いほど降水が NO<sub>3</sub><sup>-</sup>イオンを多く取り込んでいるものと考えられ、大陸からの影響が重要な因子であることが推察された。

本地方の nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>濃度は、平成 19 年度から 22 年度までは減少傾向にあり、また、平成 21 年度までは概ね全国平均値より低い傾向にあったが、

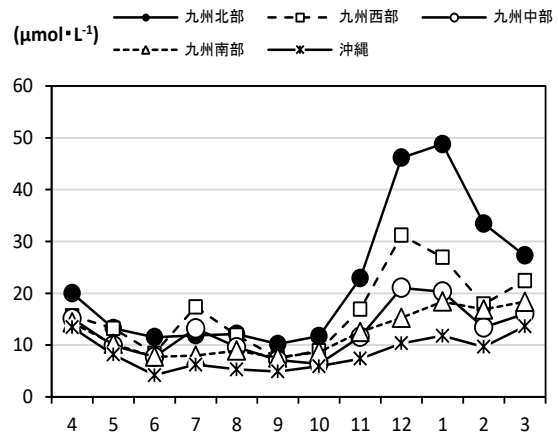


図 3 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度の経月変化

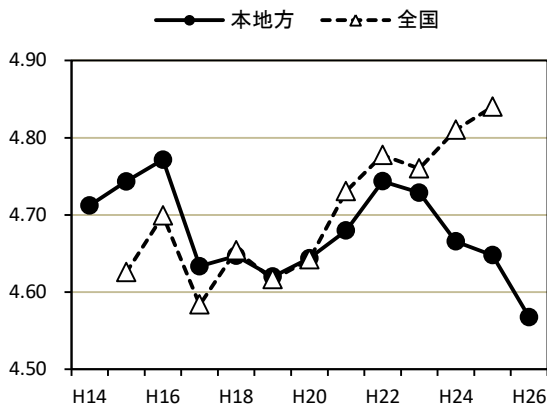


図 1 pH の経年変化

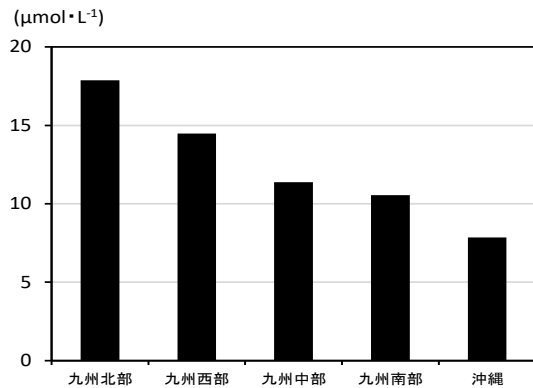


図 4 地域別 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度

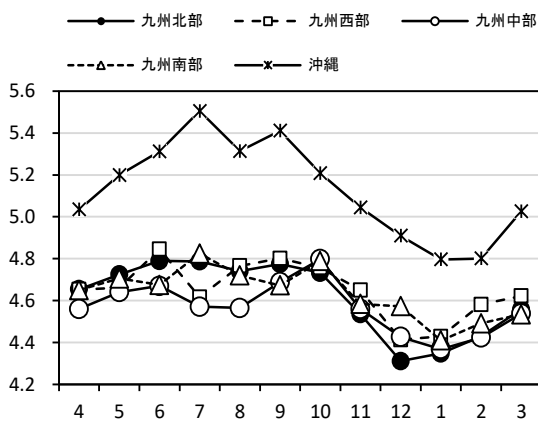


図 2 pH の経月変化

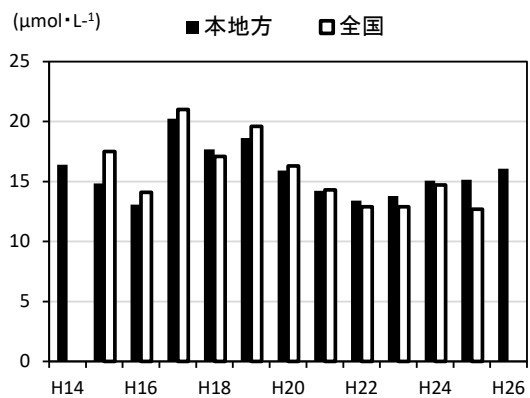


図 5 nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>濃度の経年変化

平成 22 年度以降は全国平均値よりも高くなり、経年変化も平成 23 年度以降は増加傾向となっている(図 5)。

中国環境状況公報<sup>14)</sup>によると、中国では平成 18 年度頃をピークに二酸化硫黄の排出量が減少していることが分かる(図 6)。nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>濃度の近年の増加傾向が、中国における二酸化硫黄年間排出量の経年変化と異なる挙動を示し、また、桜島の年間噴火回数<sup>15)</sup>(図 7)と連動していることから、桜島や阿蘇山など、火山からの二酸化硫黄の排出に影響を受けているものと考えられた。

火山の影響がある場合、降水中では nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>や Cl<sup>-</sup>の濃度上昇が考えられる。降水中の Na<sup>+</sup>と Cl<sup>-</sup>の濃度比(Cl<sup>-</sup>/Na<sup>+</sup>)は、概ね海水比(1.164)に近い値になると考えられるが、火山の影響がある場合は Cl<sup>-</sup>濃度が上昇して、この濃度比が上昇すると考えられる。本地方において、火山から距離のある太宰府、諫早、宮崎及び大里ではこの濃度比が 1.164 より低いが、火山に近い鹿児島と阿蘇では 1.164 より高い値を示したことから、火山の影響が考えられた(図 8)。

## 2 乾性沈着

乾性沈着は本地方の 8 地点(山口、曲淵、太宰府、宇土、大分久住、宮崎、鹿児島、大里)で実

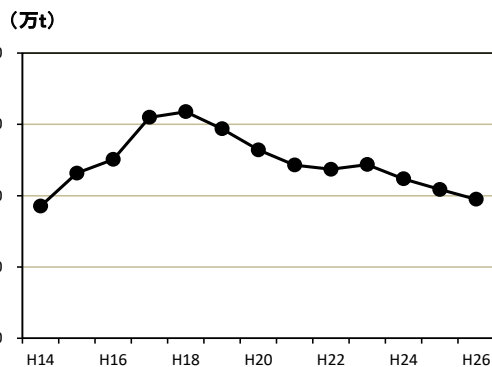


図 6 中国における二酸化硫黄年間排出量

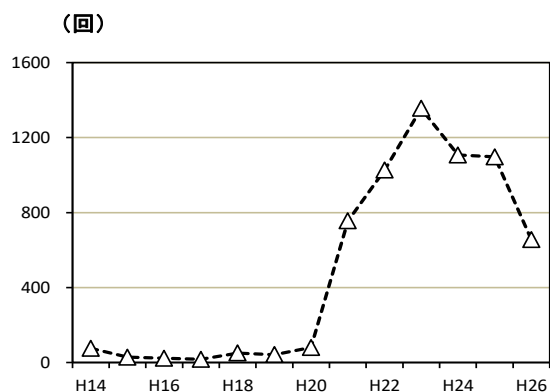


図 7 桜島の年間噴火回数

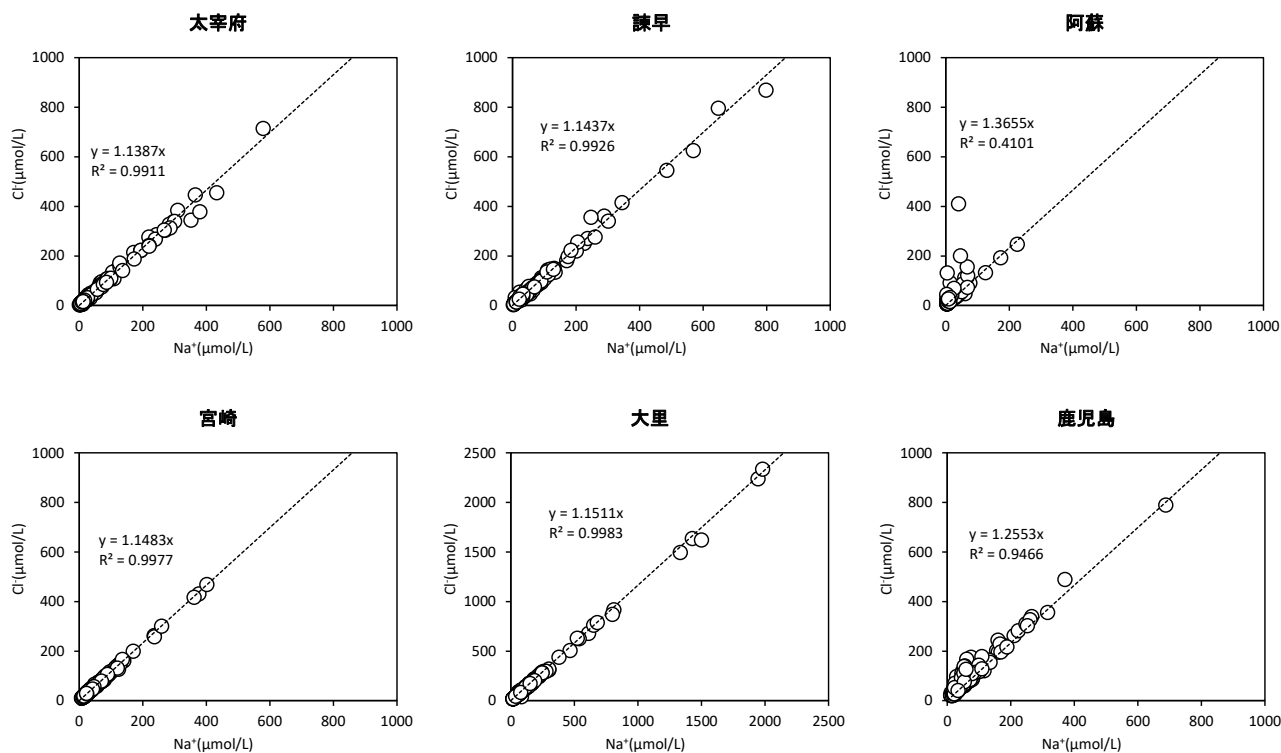


図 8 Na<sup>+</sup>濃度と Cl<sup>-</sup>濃度の関係

施したが、測定年度にばらつきがあるため、地域ごとに分類せずすべての測定地点別に解析を行った。

粒子状  $\text{NO}_3^-$  濃度は、夏季に低く冬季に高くなる傾向があり、湿性沈着の経月変動と類似していた(図 9)。また、地点毎にみると、湿性沈着と同様に太宰府で最も変動幅が大きかった。九州北部においては、地理的に大陸に近いことなどから粒子状の窒素化合物についても大陸からの移流の影響を受けていることが示唆された。

ガス状  $\text{SO}_2$  濃度は、鹿児島で非常に高く、次いで宇土、大分久住の順で高かった。また、大里が最も低かった(図 10)。経月変化は、一部の地域で冬季から春季にかけて高くなる傾向がみられたが、鹿児島では年間をとおして濃度が高く、他の地域と異なる傾向であった(図 11)。これは、火山の影響を受けているためと考えられた。

### まとめ

本地方では九州北部を筆頭に大陸からの越境汚染の影響を受けていることが示唆された。ここで、中国国内において平成 22 年頃から  $\text{PM}_{2.5}$  に係る問題などで大気環境への関心が高まり、現在最優先で大気汚染対策が進んでいることが中国の統計資料から読み取れるため、大陸からの「寄与量」については、今後は減少していくことも考えられる。

また、九州中部及び九州南部は最近活動が活発な状況になっている阿蘇山や桜島からの影響を受けていることも推察された。

今後も酸性雨や粒子状物質の成分分析などのモニタリングを継続し、越境汚染や火山からの影響に注視していく必要がある。

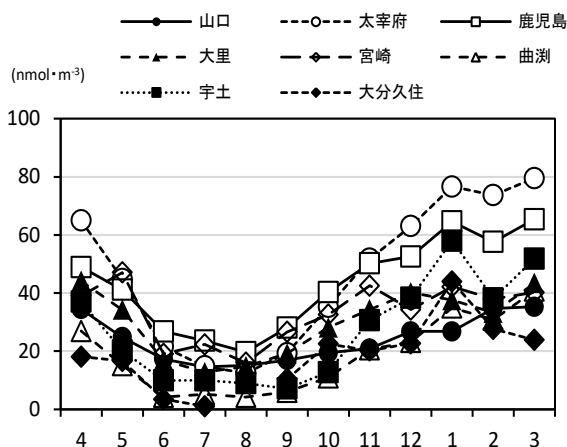


図 9 粒子状  $\text{NO}_3^-$  濃度の経月変化

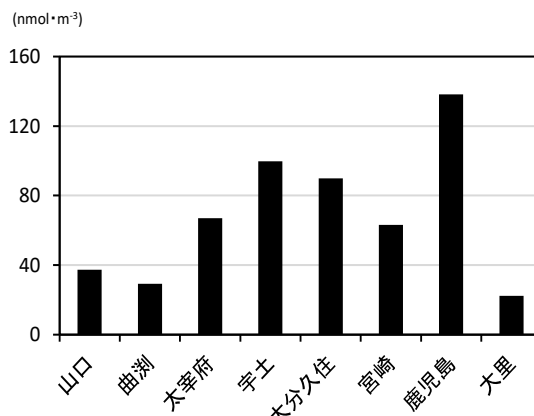


図 10 地域別ガス状  $\text{SO}_2$  濃度

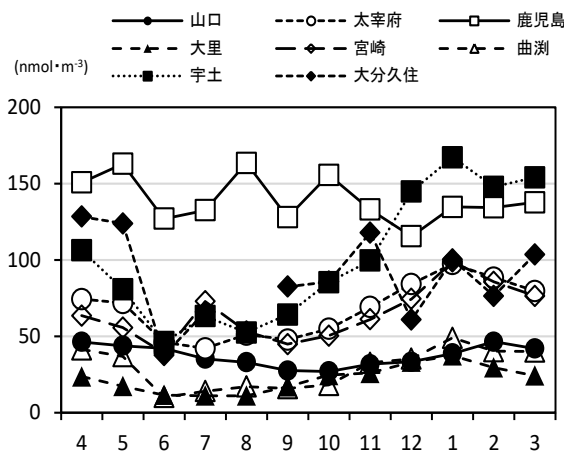


図 11 地域別ガス状  $\text{SO}_2$  濃度の経月変化

## 参考文献

- 1) 大原利眞：東アジアにおける広域越境大気汚染モデリングの最新動向,水環境学会誌, 35,6-9, (2012)
- 2) 環境省：酸性雨長期モニタリング報告書（平成15～19年度）
- 3) 全国環境研協議会:酸性雨調査研究部会 第4次全国調査結果（平成15年度） 全国環境研会誌,30(2),2005
- 4) 全国環境研協議会:酸性雨調査研究部会 第4次全国調査結果（平成16年度） 全国環境研会誌, 31(3),2006
- 5) 全国環境研協議会:酸性雨調査研究部会 第4次全国調査結果（平成17年度） 全国環境研会誌,32(2),2007
- 6) 全国環境研協議会:酸性雨調査研究部会 第4次全国調査結果（平成18年度） 全国環境研会誌,33(3),2008
- 7) 全国環境研協議会：酸性雨広域大気汚染調査研究部会 第4次全国調査結果(平成19年度) 全国環境研会誌,34(3),2009
- 8) 全国環境研協議会：酸性雨広域大気汚染調査研究部会 第4次全国調査結果(平成20年度) 全国環境研会誌,35(3),2010
- 9) 全国環境研協議会：酸性雨広域大気汚染調査研究部会 第5次全国調査結果(平成21年度) 全国環境研会誌,36(3),2011
- 10) 全国環境研協議会：酸性雨広域大気汚染調査研究部会 第5次全国調査結果(平成22年度) 全国環境研会誌,37(3),2012
- 11) 全国環境研協議会：酸性雨広域大気汚染調査研究部会 第5次全国調査結果(平成23年度) 全国環境研会誌,38(3),2013
- 12) 全国環境研協議会：酸性雨広域大気汚染調査研究部会 第5次全国調査結果(平成24年度) 全国環境研会誌,39(3),2014
- 13) 全国環境研協議会：酸性雨広域大気汚染調査研究部会 第5次全国調査結果(平成25年度) 全国環境研会誌,40(3),2015
- 14) 中国環境状況広報：<http://jcs.mep.gov.ch/hjzl/>
- 15) 鹿児島地方気象台：桜島の月別噴火回数  
[http://www.jma-net.go.jp/kagoshima/vol/data/skr\\_erp\\_num.html](http://www.jma-net.go.jp/kagoshima/vol/data/skr_erp_num.html)