

九州・沖縄・山口地方酸性雨共同調査研究（第Ⅰ期）について

中村雅和・岩切淳・祝園秀樹・溝口進一・富山幸子・
小玉義和*¹・友寄喜貴*²・大石興弘*³

[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

Masakazu NAKAMURA, Jun IWAKIRI, Hideki IWAIZONO, Shinichi MIZOGUCHI, Sachiko TOMIYAMA, Yoshikazu KODAMA, Nobutaka TOMOYOSE and Okihiro OISHI

Abstract

"Cooperation of the transfer of the acid rain monitoring network" that Miyazaki prefecture suggested in The Governors' association of Kyushu region was chosen as policy cooperation in June, 2006. We would study the acid rain as a part of policy cooperation by Institute in Kyushu region, Okinawa prefecture and Yamaguchi prefecture. Because the cross-border air pollution became the serious issue recently, We studied for the purpose of clarifying the influence of the cross-border air pollution. We compiled a result as the first period, we report the contents.

Key words :acid rain ,cross-border air pollution

はじめに

平成18年6月に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、この取組みの一環として九州、沖縄、山口（以下、「本地方」という）が連携して酸性雨の共同研究を行うこととなった。

酸性雨については、これまでに全国環境研協議会の全国調査や環境省のモニタリング調査により実態把握が可能になり、汚染の状況が明らかになってきた^{1~4)}。しかし、近年、酸性雨を取り巻く環境は大きく変化している。東アジアを中心とした経済成長に伴う大気汚染物質の排出量増加により、これらの地域から移流してくる越境汚染の問題が注目されるようになった。本地方は、地理的に大陸と近く、その風下に位置するため、影響を受けやすい地域であると考えられる。近年、光化学オキシダントの濃度上

昇が報告されており、本地方でもたびたび注意報が発令されている⁵⁾。この一因として、大陸からの越境汚染の影響が指摘されている。酸性雨においても、光化学オキシダントと同様に越境汚染の影響を受けていることが考えられるため、本地方の酸性雨における大陸からの越境汚染の影響に注目して共同研究を行った。

本報では、九州・沖縄・山口地方酸性雨共同調査研究(第Ⅰ期)として平成14~18年度データを解析した結果、若干の知見を得たので、以下に報告する。

調査方法

1 湿性沈着

平成14年3月～平成19年3月までの期間中、降水時常時開放型捕集装置を用いて、降水量、pH、電気伝導度及びイオン濃度を測定した。

2 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、イオン濃度を測定した。

※湿性沈着及び乾性沈着の調査方法の詳細は、第4次酸性雨全国調査報告書を参照いただきたい^{1~4)}

3 地域区分

本地方の13の測定地点を、降水量及びnss(non sea salt 非海塩性)-SO₄²⁻、NO₃⁻、NH₄⁺、nss-Ca²⁺濃度についてグループ間平均連結法(平方ユークリッド距離)によりクラスター分析を行い、地理的要因も考慮して、Table 1のとおり「九州北部」、「九州西部」、「九州中部」、「九州南部」及び「沖縄」に分類した。

Table 1 Classification of monitoring point

地域	地点
「九州北部」	山口, 曲淵, 太宰府, 佐賀
「九州西部」	長崎, 式見, 熊本
「九州中部」	阿蘇, 大分久住
「九州南部」	人吉, 宮崎, 鹿児島
「沖縄」	大里

調査結果

1 湿性沈着

1-1 湿性沈着濃度

Fig. 1, 2に湿性沈着における海塩性イオンの合計濃度を示す。夏期は、太平洋側からの季節風による気流の影響を受け、本地方の南に位置する地点の海塩性イオン濃度が高くなっている。一方、冬期は、大陸側からの季節風による気流の影響を受け、本地方の北に位置する地点の海塩性イオン濃度が高くなっている。

このことから、本地方の湿性沈着は、夏は太平洋側から、冬期は大陸側からの季節風の影響を受け、海上を経由して沈着していると考えら

れた。

Fig. 3に本地方及び全国平均*の降水量について示す。本地方の降水量は、平成15年度以降も全国平均より多い傾向で推移している。

nss-SO₄²⁻は国内の発生源が比較的少なく、大陸からの寄与が大きいと言われていたため⁶⁾、本報ではnss-SO₄²⁻を中心に報告する。

Fig. 4に本地方及び全国平均のnss-SO₄²⁻濃度を示す。本地方のnss-SO₄²⁻濃度は、平成15～17年度は全国平均より低い傾向にあったが、平成18年度は全国平均より高かった。Fig. 5, 6に示したとおり、夏期と冬期でnss-SO₄²⁻濃度について地域ごとの差を比較すると、夏期は地域による差があまりみられないのに対して、冬期は本地方の北に位置する地域ほど濃度が高い傾向があった。

湿性沈着でのイオン濃度は、降水量が減少すると高くなる傾向があるため、冬期において、nss-SO₄²⁻濃度が北に位置する地点ほど高いという傾向は、降水量の影響であることも考えられる。そこで、濃度と降水量の関係をプロットした。Fig. 8に示すとおり冬期は、同程度の降水量(例えば50～100mm)で比較すると、北に位置する地域ほどnss-SO₄²⁻濃度が高い傾向が認められたのに対して、夏期にはFig. 7に示すとおり明瞭な傾向が認められなかった。

以上の結果より、本地方においては、冬期において北に位置する地域ほどnss-SO₄²⁻濃度が高い傾向にあることが確認された。また、nss-SO₄²⁻濃度の他に、NO₃⁻及びNH₄⁺濃度についても同様の傾向が認められた。したがって、気流等を考慮すると本地方では、冬期に大陸からの移流の影響を受けていることが考えられた。

*全国環境研協議会酸性雨広域大気汚染調査研究部会(旧：酸性雨調査研究部会)による全国調査の平均値及び中央値^{1~4)}

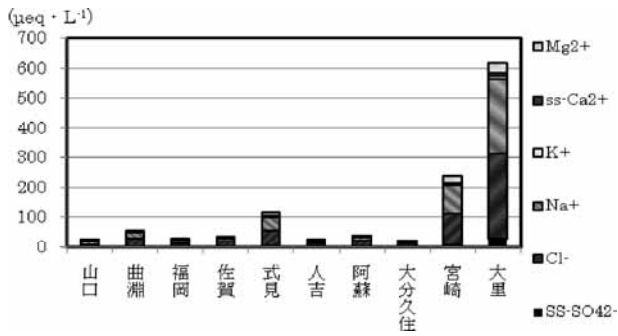


Fig.1 Concentration of sea salt ions (summer)

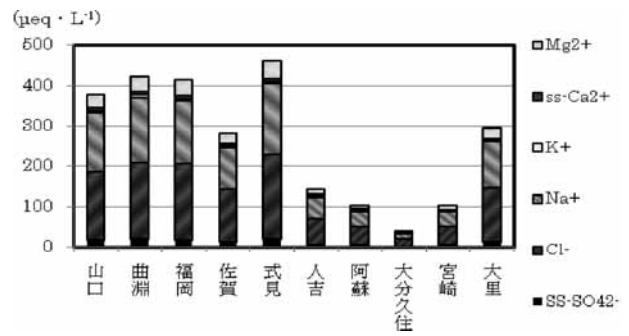


Fig.2 Concentration of sea salt ions (winter)

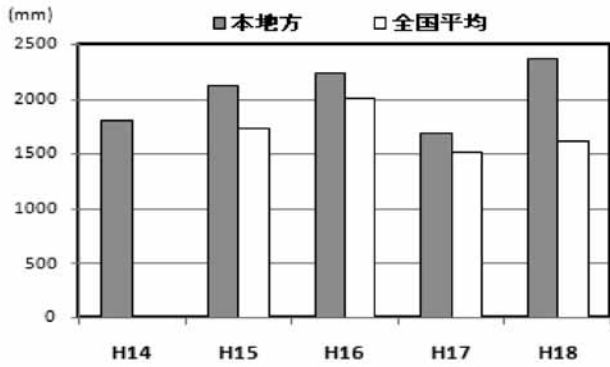


Fig. 3 Rainfall in our region and national average

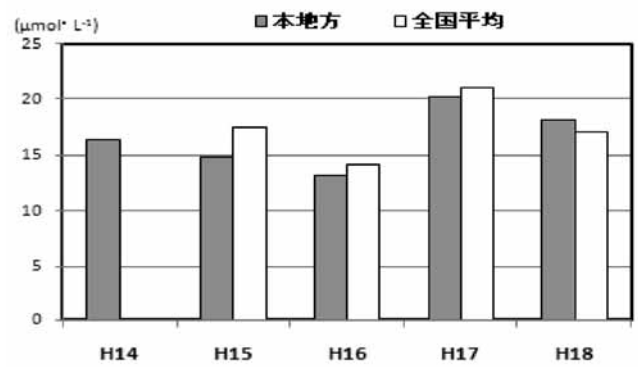


Fig. 4 Concentration of nss-SO₄²⁻ in our region and national average

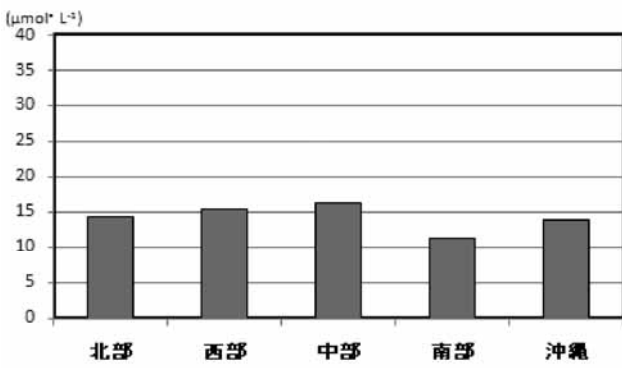


Fig. 5 Concentration of nss-SO₄²⁻ (summer)

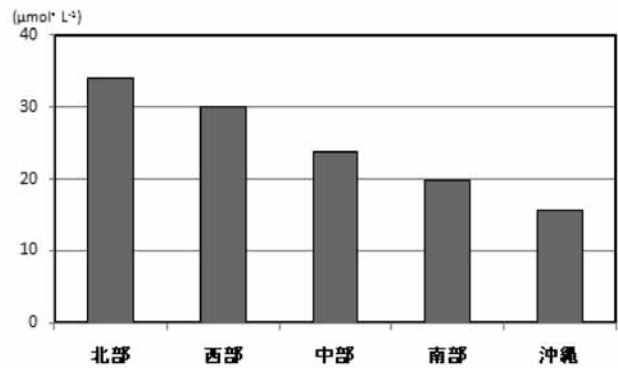


Fig. 6 Concentration of nss-SO₄²⁻ (winter)

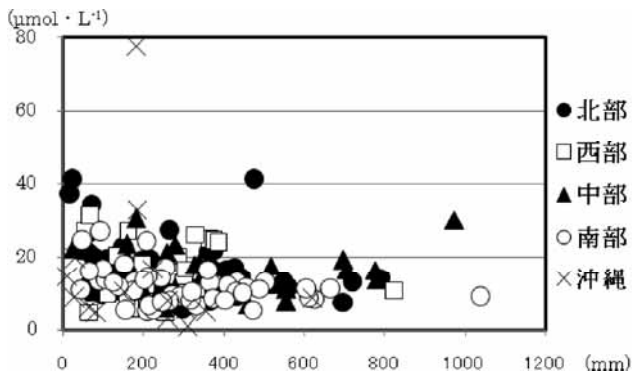


Fig. 7 Concentration change of nss-SO₄²⁻ for rainfall (summer)

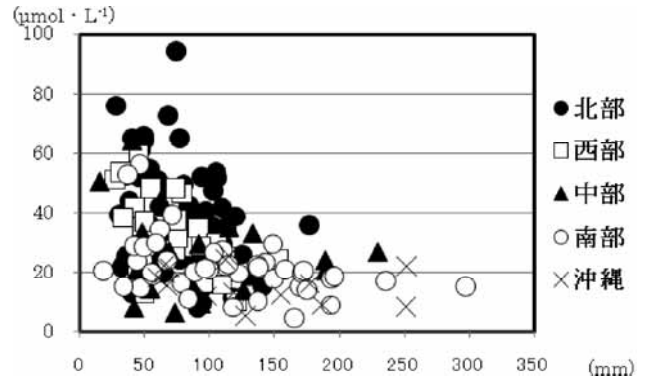


Fig. 8 Concentration change of nss-SO₄²⁻ for rainfall (winter)

1-2 湿性沈着量

冬期における地域ごとのnss-SO₄²⁻沈着量をFig. 9に示した。湿性沈着濃度ほど明確ではないものの、やはり「九州北部」での沈着量が他の地域よりも多い傾向にあった。NO₃⁻及びNH₄⁺沈着量についても同様の傾向が認められ、大陸からの移流の影響を受けていることが考えられた。

本地方及び全国^{*}のnss-SO₄²⁻沈着量の中央値の経年変化をFig. 10に示す。本地方のnss-SO₄²⁻沈着量は、平成15年度以降いずれも全国値より多く、全国がほぼ横ばいで推移しているのに対して、本地方では平成18年度に急増し、全国との差も顕著となった。そこで、平成18年度の沈着量の増加要因について解析した。

nss-SO₄²⁻濃度について、平成14-17年度の平均と平成18年度の値を比較すると、平成18年度は、夏期に濃度が低下し、春期、秋期及び冬期に濃度が上昇した(Fig. 11)。nss-SO₄²⁻沈着量について同様に比較すると、平成18年度は、春期と夏期に沈着量が増加した(Fig. 12)。このことから、平成18年度の沈着量の増加は、夏期の降水量増加と春期の濃度上昇によるものであると考えられた。また、nss-SO₄²⁻沈着量だけでなく、NO₃⁻、NH₄⁺及びnss-Ca²⁺沈着量についても同様の傾向が認められた。この平成18年度春期における沈着量の増加は、降水量の増加に加え、濃度も上昇していることから、大気中に大量の汚染物質が供給されたためであると考えられた。

平成18年度の春期～初夏には、光化学オキシダントが本地方で広域的に高くなる現象が観測され、長崎県や熊本県で観測史上初となる注意報が発令された。この現象については、これまでにさまざまな研究が行われ、越境汚染による影響が示唆されている⁷⁾。これらのことから、平成18年度春期の沈着量の増加は、越境汚染の影響を受けたことによるものであると推察された。

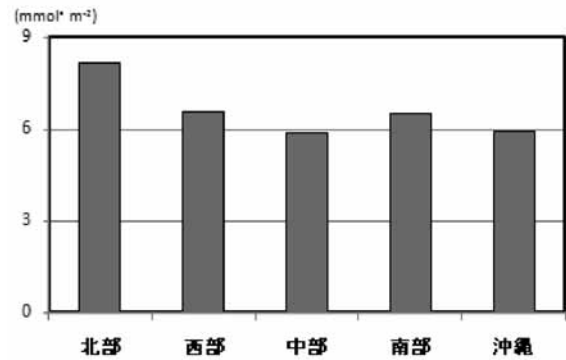


Fig. 9 Amount of deposition of nss-SO₄²⁻ (winter)

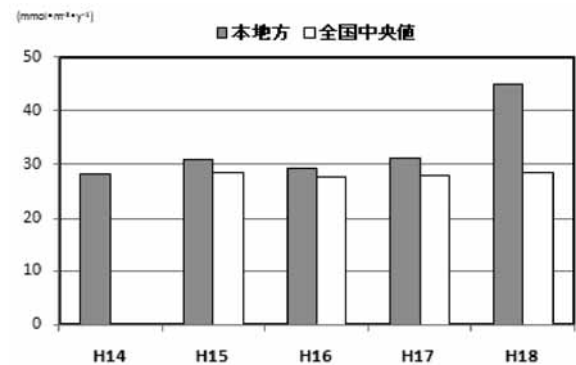


Fig. 10 Amount of deposition of nss-SO₄²⁻ in our region and national average

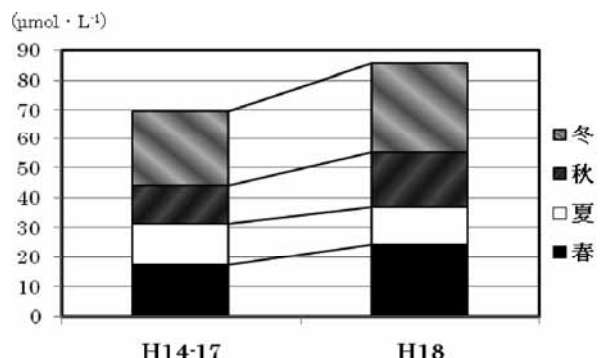


Fig. 11 Comparison of concentration of nss-SO₄²⁻ in 2002-2005 and 2006

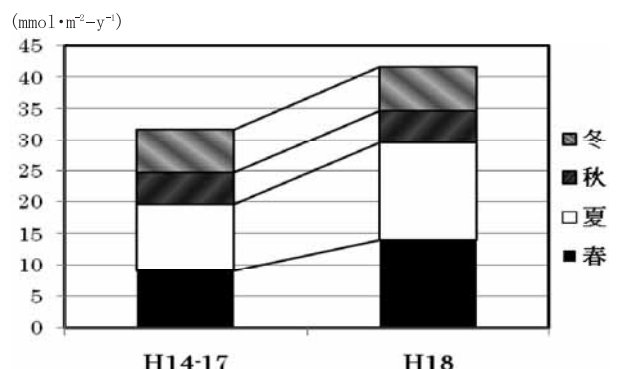


Fig. 12 Comparison of amount of deposition of nss-SO₄²⁻ in 2002-2005 and 2006

2 乾性沈着量

粒子状の nss-SO_4^{2-} 濃度の季節変化をFig. 1 3に示す。粒子状の nss-SO_4^{2-} 濃度の季節変化をみると、大里を除く地点で春期～初夏と秋期に濃度が上昇するといったパターンを示した。この季節変化は、西日本における光化学オキシダント濃度の季節変化⁸⁾と類似している。このことから、粒子状の nss-SO_4^{2-} と光化学オキシダントとは、発生原因になんらかの共通する要因がある可能性が推察された。しかし、乾性沈着はデータ蓄積が十分とは言えず、これらについて検討するためには、さらにデータを蓄積していく必要がある。

ま と め

九州・沖縄・山口地方酸性雨共同調査研究(第I期)として、湿性沈着(平成14～18年度)及び乾性沈着(平成17～18年度)データを用いて解析を行った結果、以下の知見が得られた。

- ①湿性沈着の nss-SO_4^{2-} 濃度は、大陸側(北西側)からの気流の影響を受ける冬期に、風上に近い本地方の北に位置する地点ほど高濃度となる傾向が認められた。
- ② nss-SO_4^{2-} 湿性沈着量については、冬期に「九州北部」での値が、他の地域より多い傾向にあった。
- ③本地方では、平成18年度に nss-SO_4^{2-} 湿性沈着量が大幅に増加していることが確認された。この増加について解析したところ、春期での濃度上昇の寄与が大であった。
- ④乾性沈着における粒子状の nss-SO_4^{2-} 濃度の季節変化は光化学オキシダント濃度の季節変化のパターンと類似していた。

これらのことから、本地方では春期及び冬期に大陸からの移流の影響を受けていることが考えられた。

大陸における汚染物質の排出量は、今後も増加することが考えられる⁹⁾。本研究は、第II期調査として継続されることになっており、測定データや解析の更なる充実を図るとともに、他の研究とも連携するなどしてさらに越境汚染の影響について明らかにしていきたい。

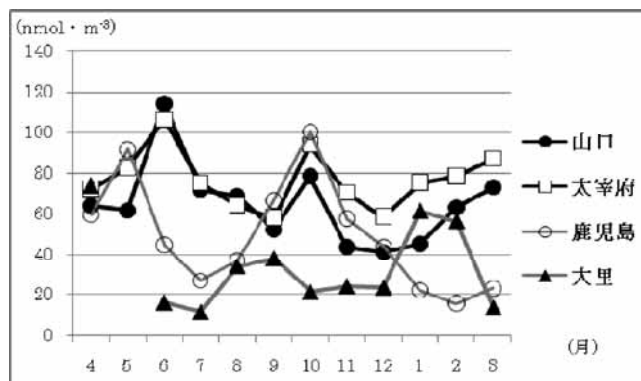


Fig 1 3 Concentration change of nss-SO_4^{2-} dry deposition

文 献

- 1) 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) 全国環境研誌, 30(2)
- 2) 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) 全国環境研誌, 31(3)
- 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17年度) 全国環境研誌, 32(2)
- 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18年度) 全国環境研誌, 33(3)
- 5) 光化学オキシダント・対流圏オゾン検討会報告書 中間報告
- 6) 大原利眞 第49回大気環境学会年会講演要旨集 124-129
- 7) 藤哲士, 森淳子, 鶴野伊津志: 長崎県における光化学オキシダントの高濃度化について 長崎県衛生公害研究所報
- 8) 光化学オキシダントと粒子状物質等の汚染特性解明に関する研究 九州グループ : 九州における光化学オキシダント高濃度に関する解析(2008年7月)
- 9) 環境省 酸性雨長期モニタリング報告書 (平成15～19年度)