

県内4地点における酸性降下物調査結果について

-酸性降下物環境影響解明研究事業-

落井 勲^{*1}・植山洋一^{*1}

Survey of Dry and Wet Deposition in Fukui Prefecture

Tadasu OCHII, Youichi UEYAMA

1. はじめに

これまでの酸性雨調査結果から、日本海側の地域は、冬期に H^+ や nss(非海塩)- SO_4^{2-} などの酸性成分の降下量が多く、アジア大陸からの越境汚染による影響を受けやすい地域といわれている。^{1)~3)} そこで、福井県の酸性降下物の実態を解明することを目的として、平成 16 年度から 18 年度までの 3 年間にわたり調査を実施したので、その結果を報告する。

2. 調査方法

2. 1 調査地点

調査は下記の 4 地点で実施した(図 1)。

- ①敦賀市(沿岸部) : 敦賀市新和町
大気汚染常時監視和久野局
- ②南越前町(山間部) : 南越前町広野
広野ダム
- ③福井市(市街地) : 福井市原目町
衛生環境研究センター
- ④勝山市(山間部) : 勝山市北谷町
滝波川第 1 発電所



図 1 調査地点

2. 2 調査期間

3 年とも冬期を中心として下記の期間で実施した。

- ①平成 16 年度
秋期: 平成 16 年 11 月 8 日～12 月 5 日
冬期: 平成 17 年 1 月 13 日～2 月 10 日
- ②平成 17 年度
春期: 平成 17 年 4 月 1 日～4 月 29 日
冬期: 平成 18 年 1 月 12 日～2 月 9 日
- ③平成 18 年度
夏期: 平成 18 年 7 月 13 日～8 月 10 日
冬期: 平成 19 年 1 月 12 日～2 月 9 日

2. 3 調査方法および調査項目

①採取方法

乾性沈着: ガス・粒子状成分を 4 段ろ紙法⁴⁾による午前 10 時から翌日 10 時までの 24 時間サンプリング。

湿性沈着: 雨水自動採取器による午前 10 時から翌日 10 時までの 24 時間サンプリング。

②分析項目

乾性沈着: ガス状成分 (SO_2 、 HNO_3 、 $HC1$ 、 NH_3)、粒子状成分 (SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 NH_4^+ 、 Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+})

湿性沈着: 降水量、pH、電気伝導率(EC)、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 NH_4^+ 、 Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+}

③分析方法

乾性沈着: 全国環境研協議会の定める方法⁴⁾に準拠し、ろ紙に純水または 0.05% 過酸化水素水を加え、20 分間振とうし、抽出水をイオンクロマトグラフ法で分析した。

湿性沈着: 湿性沈着モニタリング手引書⁵⁾に準拠し、イオン類はイオンクロマトグラフ法、降水量は重量法、pH は pH 計、EC は EC 計を用いて測定した。

3. 結果と考察

3. 1 乾性沈着(ガス・粒子状成分)

3. 1. 1 調査期間別平均濃度

乾性沈着の調査期間別平均濃度を図 2 に示す。

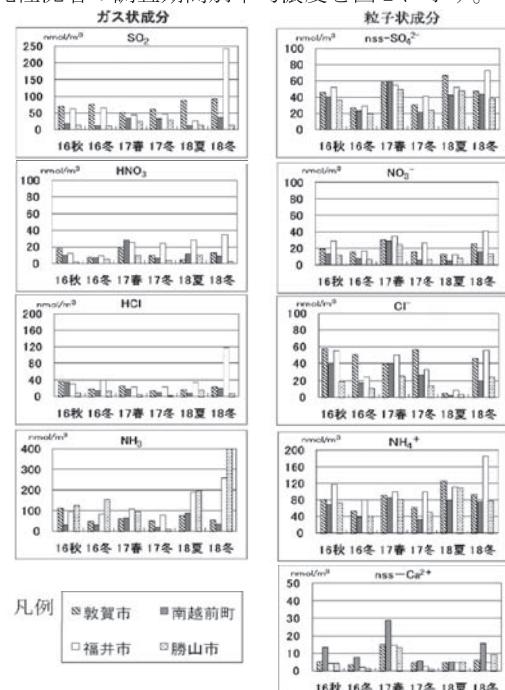


図 2 調査期間別平均濃度(乾性沈着)

*1 元福井県衛生環境研究センター

3. 1. 2 季節別平均濃度

冬期については、3ヶ年とも調査を実施しているので、3回の結果を平均したものを冬期濃度とし、季節別に比較した（図3）。

NO_3^- および nss-Ca^{2+} 濃度は春期が他の3季節より高く、特に nss-Ca^{2+} はかなり高くなっていた。原因としては、黄砂の影響を受けたものと考えられる。

nss-SO_4^{2-} および NH_4^+ 濃度は、福井市においては一定の傾向は見られなかったが、その他の3地点においては春と夏に高く、次いで秋、冬の順であった。

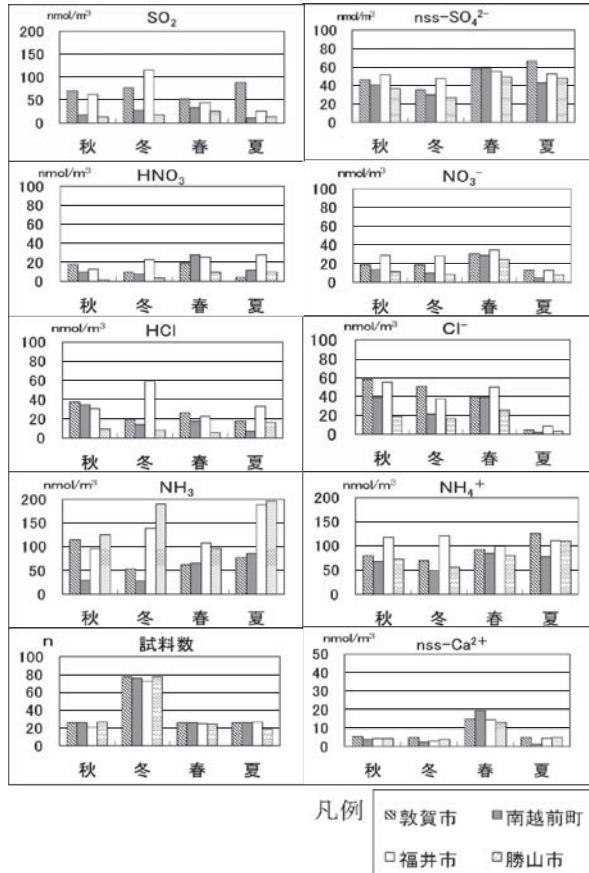


図3 季節別平均濃度(乾性沈着)

3. 2 濡性沈着(雨水成分)

3. 2. 1 調査期間別平均濃度および降下量

濡性沈着の調査期間別平均濃度および降下量を図4および図5に示す。

降水量を季節ごとに比較すると、18年度の夏は冬よりも多かったが、16、17年度は秋または春よりも冬の方が多かった。

各成分の平均濃度の比較は、16、18年度は概ね冬の方が秋または夏よりも高かったが、17年度は、 nss-SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 NH_4^+ 、 nss-Ca^{2+} は、冬よりも春の方が高かった。

これに対し降下量は、 nss-Ca^{2+} は17年度の春の方が冬よりも多かったが、 H^+ や他の成分は各年度とも冬の方が他の季節よりも多かった。春に nss-Ca^{2+} の降下量が多くなることについては、黄砂の影響を受けているものと推測される。

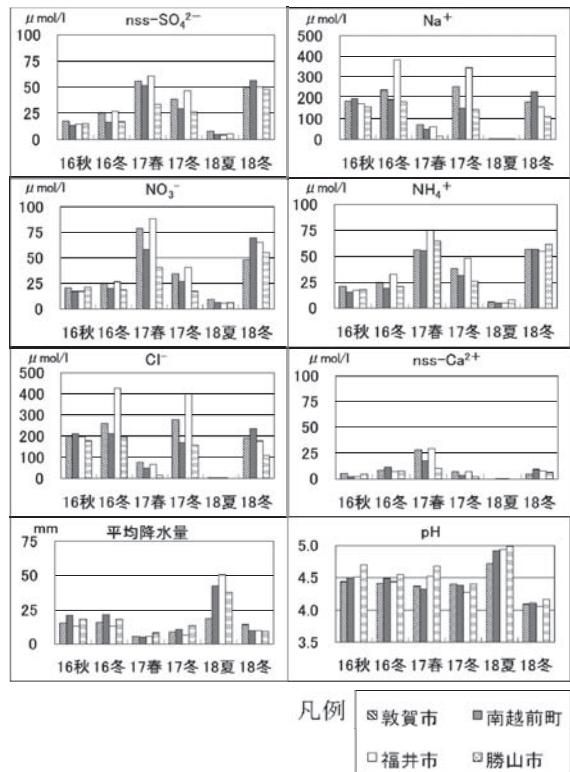


図4 調査期間別平均濃度(湿性沈着)

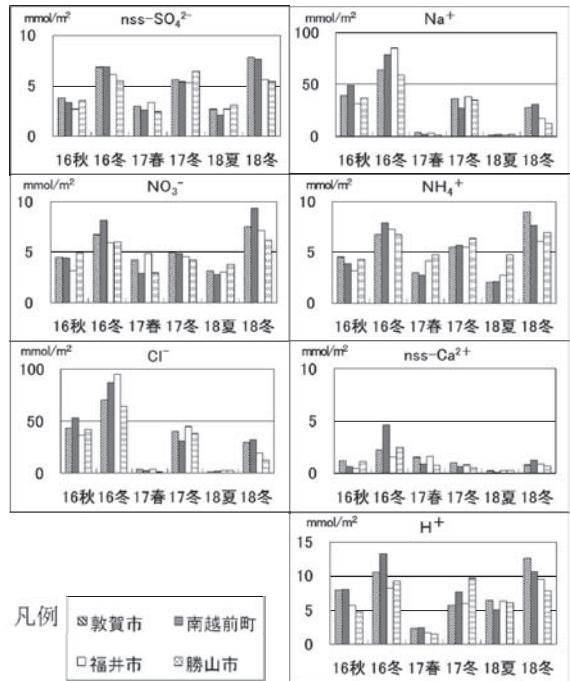


図5 調査期間別降下量(湿性沈着)

3. 2. 2 季節別平均濃度および降下量

季節別の平均温度および降下量を図6、7に示す。なお、冬期は3ヶ年調査を実施したので、3回の結果を加重平均し、季節別平均濃度および降下量とした。

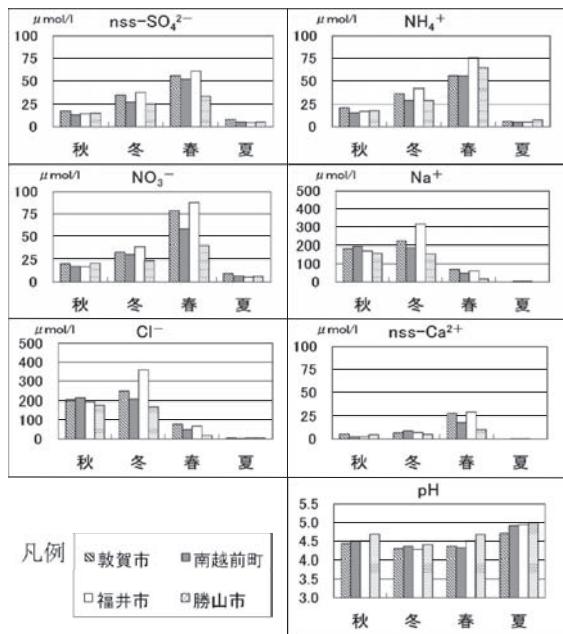


図6 季節別平均濃度(湿性沈着)

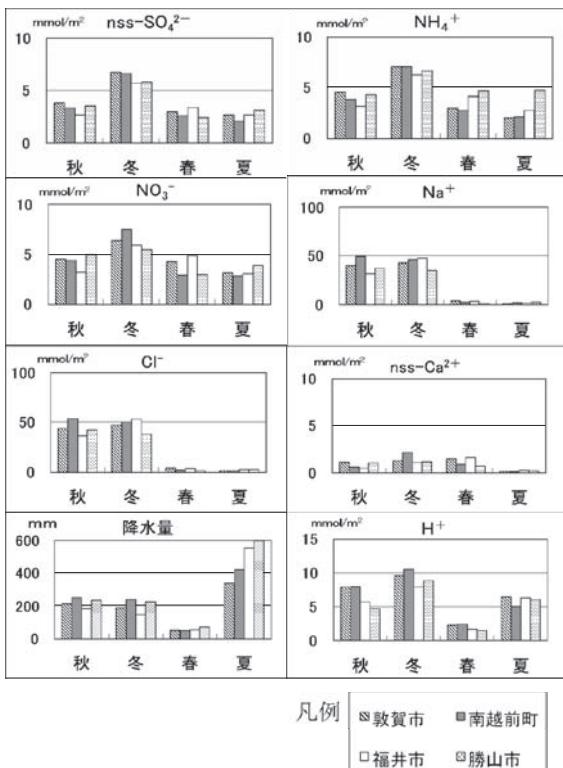


図7 季節別降下量(湿性沈着)

nss-SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 nss-Ca^{2+} および NH_4^+ 濃度は、春が高く、次いで冬、秋と続き、夏が低かった。 Cl^- 、 Na^+ は冬が高く、秋、春、夏の順であり、pHは、逆に夏に高く、秋・春、冬の順であった。

降下量は、概ね各成分とも冬が多かった。夏は、降水量は最も多かったが、 H^+ 以外の成分は降水量の最も少ない春と同程度かもしくはそれ以下であった。

3.3 気流解析

酸性降下物の動態を調べるため、METEXを用いたバックトラジェクトリ解析を行った。解析条件は次のとおりである。

① 解析地点：東経136度26分、北緯36度07分
(福井県衛生環境研究センター)

② 気流高度：1500m

③ 計算方法：等温法

④ 計算時間：72時間

さらに、求められた流跡線を図8に示す3タイプに分類し、それらのタイプ別の平均濃度や降下量を算出した。

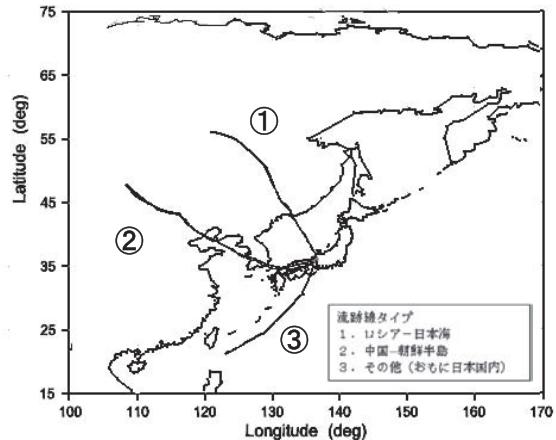


図8 流跡線タイプ

表1 流跡線タイプ別出現日数

なお、調査期間中の流跡線タイプ別の出現日数は表1のとおりであり、中国-朝鮮半島を経由するタイプ2が全季節で最も多く出現した。

年期間	流跡線タイプ		
	1	2	3
16年	秋 3	20	5
	冬 10	12	6
17年	春 4	20	4
	冬 6	18	4
18年	夏 0	16	12
	冬 8	20	0

3.3.1 乾性沈着

3つの流跡線タイプ別に平均濃度を算出した結果を図9に示した。

粒子状成分の nss-SO_4^{2-} 、 NH_4^+ および nss-Ca^{2+} は、福井市を除く3地点でロシア-日本海を経由する1のタイプが、タイプ2や3よりも低い値^{6) 7)}となっていた。逆に Cl^- と Na^+ は、タイプ2、3よりもタイプ1の場合に高く、また、福井市以外の地点では、海岸から離れるに従って低くなる傾向がみられた。福井市については、他の地点と比べ、近距離の影響を多く受けたためではないかと推測される。

これらのことから、気流がロシア-日本海を経由する場合には、中国-朝鮮半島やその他の場合よりも海塩粒子を多く含むが、汚染物質濃度は比較的低いと推定される。

これに対し、ガス状成分では一定の傾向は見られなかった。

3.3.2 湿性沈着

流跡線タイプ別の平均濃度および降下量を図10、11に示す。

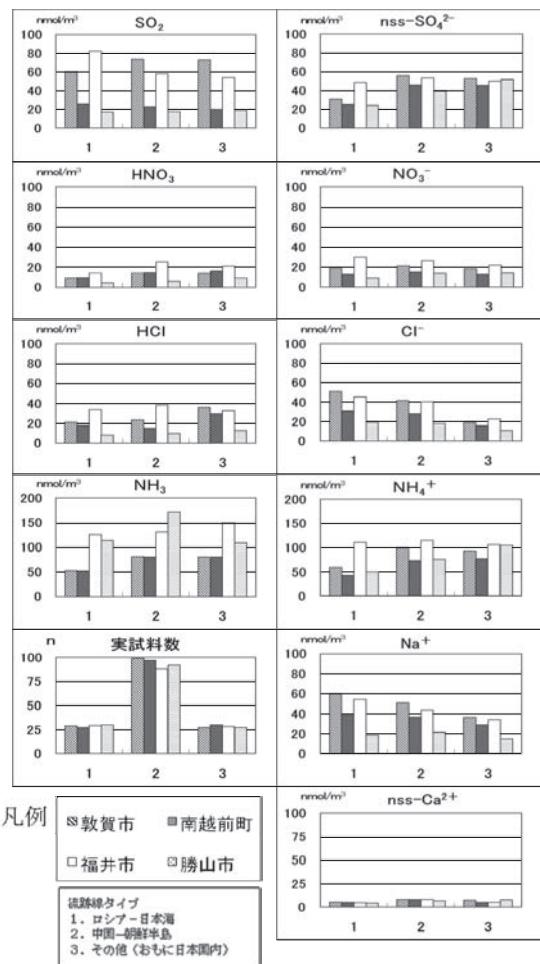


図 9 流跡線タイプ別平均濃度(乾性沈着)

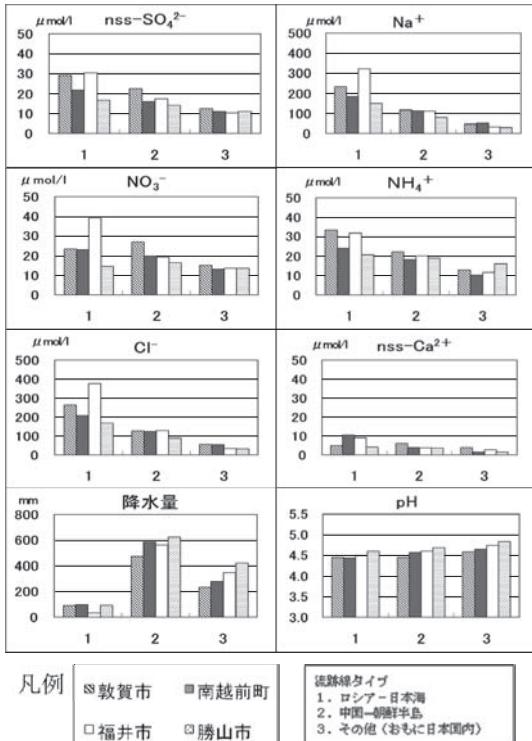


図 10 流跡線タイプ別平均濃度(湿性沈着)

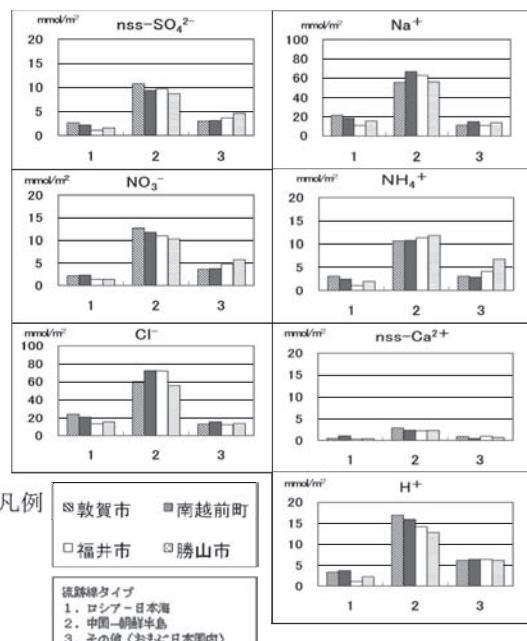


図 11 流跡線タイプ別降下量(湿性沈着)

平均濃度は概ねタイプ1の方がタイプ2、3よりも高い傾向がみられたが、降下量はタイプ2の方がタイプ1、3よりも多い結果となった。

タイプ1の方が、平均濃度が高くなったのは、大気汚染物質の濃度は低いものの少ない雨水への取り込み割合が降水量の多い場合よりも多いためと考えられる。

今回の調査では、乾性沈着の降下量については算出できなかつたため、乾性降下物と湿性降下物の降下量の比率については考察できなかつたが、今後、乾性沈着降下量の簡易的な計算手法が開発された場合には、本県における酸性降下物のさらなる実態解明ができるものと考える。

4. まとめ

- 乾性沈着については、 NO_3^- および nss-Ca^{2+} は春の方が他の3季節より高かつた。 nss-SO_4^{2-} および NH_4^+ 濃度は、福井市においては一定の傾向は見られなかつたが、その他の3地点においては春と夏に高く、次いで秋、冬の順であった。
- 湿性沈着については、 nss-SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 nss-Ca^{2+} および NH_4^+ 濃度は、春が高く、次いで冬、秋と続き、夏が低かつた。 Cl^- 、 Na^+ は冬が高く、秋、春、夏の順であり pHは、逆に夏に高く、秋・春、冬の順であった。
- 降下量は、概ね各成分とも冬が多かつた。
- 3つの流跡線タイプ別に平均濃度を算出した結果、粒子状成分では nss-SO_4^{2-} 、 NH_4^+ および nss-Ca^{2+} は福井市を除く3地点でロシア-日本海を経由するタイプは、中国-朝鮮半島やその他の場合よりも低い値となつた。

これに対して、湿性沈着の降下量は降水量の多かつた中国-朝鮮半島が他のタイプの場合よりも降下量が多かつた。

謝辞

本研究にあたり、装置の貸出しとご指導いただいた法政大学村野健太郎博士（元国立環境研究所）に深謝します。

参考文献

- 1) 全国環境研協議会:第4次酸性雨全国調査報告書, 全国環境研会誌, 30(2), 19~37, (2005)
- 2) 全国環境研協議会:第4次酸性雨全国調査報告書, 全国環境研会誌, 31(3), 13~33, (2006)
- 3) 全国環境研協議会:第4次酸性雨全国調査報告書, 全国環境研会誌, 33(3), 13~20, (2008)
- 4) 全国環境研協議会:第4次酸性雨全国調査報告書, 全国環境研会誌, 27(2), 7~8, (2002)
- 5) 環境省地球環境局環境保全対策課, 酸性雨研究センター:湿性沈着モニタリング手引書(第2版), 2001
- 6) 第47回大気環境学年会講演要旨集:(社)大気環境学会, 2C0924, 2006
- 7) 第48回大気環境学年会講演要旨集(社)大気環境学会, 1G1054, 2007
- 8) 第49回大気環境学年会講演要旨集(社)大気環境学会, 1B1130, 2008