

広島市における雨水成分調査(平成 28 年度)

宮野 高光 鹿渡 正美 神田 康弘*1 原田 敬輔
 加藤 寛子 吉森 雅弘 下田 喜則 村野 勢津子*2
 坂本 哲夫

はじめに

本市では、平成 3 年度より全国環境研協議会が実施する酸性雨全国調査に参加し、平成 27 年度に第 5 次酸性雨全国調査が終了し、新たに平成 28 年度から開始された第 6 次酸性雨全国調査に引き続き参加している。

今回、平成 28 年度に実施した雨水成分の調査結果について報告する。

方 法

1 調査地点

調査は広島市立伴小学校(安佐南区伴中央一丁目 7 番)の屋上にて実施した。その位置を図 1 に示す。

2 調査期間

平成 28 年 4 月 1 日～平成 29 年 3 月 31 日

3 調査方法

雨水の採取は、降水時開放型雨水捕集装置(小笠原計器製作所 US-330 型、口径 20cm)を用い、「湿性沈着モニタリング手引き書」¹⁾に準じて 2 週間から 1 か月ごとに実施した。採取した雨水の分析項目及び分析方法を表 1 に示す。

なお、各分析項目の平均値(降水量は除く)は降水量で重み付けをした加重平均値として算出した。

また、 SO_4^{2-} 及び Ca^{2+} は、海塩粒子に含まれてい



図 1 調査地点

*1：現 環境局施設部施設課

*2：現 環境局業務部業務第二課

表 1 分析項目及び分析方法

分析項目	分析方法
降水量	採水量より算出
pH	ガラス電極法
電気伝導率(EC)	導電率計による方法
Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}	イオンクロマトグラフ法
SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^-	イオンクロマトグラフ法

る成分でもあり、人為的起源による影響を把握するために、海塩粒子の影響を除外した非海塩性の硫酸イオン濃度(nss- SO_4^{2-})及びカルシウムイオン濃度(nss- Ca^{2+})を算出した。

結果と考察

平成 28 年度の降水量、pH、EC 及びイオン成分の加重平均濃度を表 2-1 に示す。また、湿性イオン成分沈着量を表 2-2 に示す。

1 降水量

平成 28 年度の月別降水量の測定結果を図 2 に示す。

図中の平年値は広島市の平年値(1981 年～2010 年：気象庁)³⁾を示している。

平成 28 年度の総降水量は 2,353.3mm で、平年値(1,537.6mm)より多かった。

平年値と比較すると 1 月を除いて平年値と同様な傾向を示した。

2 pH

平成 28 年度の月別 pH を図 3 に示す。月別の pH は 4.32～4.78(年平均値：4.60)の範囲であり、2

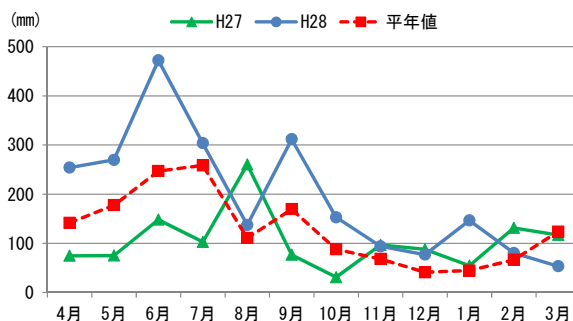


図 2 月別の降水量

月に最小 4.32 であった。年平均値は、平成 18 年度～平成 27 年度の調査結果⁴⁾(4.39～4.73)の範囲内であった。

3 湿性沈着

(1) 成分濃度

既報⁴⁾⁻⁶⁾と同様に $nss-SO_4^{2-}$, NO_3^- , NH_4^+ 及び $nss-Ca^{2+}$ の 4 成分について検討した。

平成 28 年度の 4 成分の月別の濃度を図 4 に示す。

$nss-SO_4^{2-}$, NO_3^- 及び NH_4^+ の濃度は、2 月が最大であった。 $nss-SO_4^{2-}$, NO_3^- 及び NH_4^+ の濃度変化は、一年を通して同様の傾向がみられた。また、 NH_4^+ は、5 月～12 月で $nss-SO_4^{2-}$ 及び NO_3^- より低くなる傾向がみられた。

$nss-Ca^{2+}$ は、おおむね横ばいで推移する傾向がみられた。

(2) 湿性沈着量

平成 28 年度の月別の降水量, $nss-SO_4^{2-}$, NO_3^- , NH_4^+ 及び $nss-Ca^{2+}$ の湿性沈着量(meq/m^2)を図 5 に示す。

$nss-SO_4^{2-}$, NO_3^- 及び NH_4^+ の湿性沈着量は同様の変動を示していたが、 $nss-SO_4^{2-}$ の変動が最も大きく NO_3^- 及び NH_4^+ は小さかった。 $nss-SO_4^{2-}$, NO_3^- 及び NH_4^+ は降水量が多い月に湿性沈着量も多くなる傾向があったが、1 月及び 2 月は降水量の変動以上の増加がみられた。

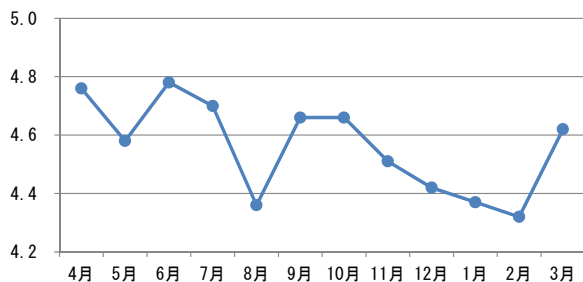


図 3 月別の pH

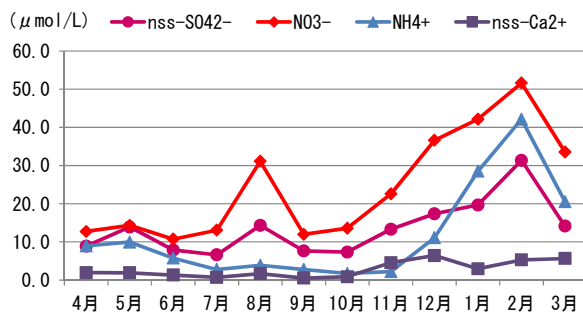


図 4 $nss-SO_4^{2-}$, NO_3^- , NH_4^+ 及び $nss-Ca^{2+}$ の月別濃度

$nss-Ca^{2+}$ は、おおむね横ばいで推移した。

4 本市と他都市の比較

(1) 本市と中国四国地方の都市との比較

平成 28 年度の本市と松江市(以下、「松江」という。)及び徳島市(以下、「徳島」という。)の降水量, pH 及び成分濃度の月別を図 6 に示す。

a 降水量

本市は、4 月～11 月は徳島と同様の傾向、12 月～3 月は松江と同様の傾向がみられた。

松江は、夏季よりも冬季の降水量が多く、徳島は 9 月を除き年間を通して降水量が少なかった。

b pH

本市は、2 市よりも pH が低い傾向がみられた。

松江及び徳島は、本市よりも pH が高いが、冬季に松江は低下し、徳島は上昇がみられた。

c 成分濃度

$nss-SO_4^{2-}$ の濃度は、3 市とも 4 月～9 月にかけて変動がみられるものの、夏季に比べ冬季に高かった。

NO_3^- の濃度は、4 月～6 月の徳島及び 8 月の本市に変動がみられるものの、夏季に比べ冬季は、 $nss-SO_4^{2-}$ の濃度よりも高かった。

NH_4^+ の濃度は、3 市とも夏季に比べ冬季はかなり高かった。

$nss-Ca^{2+}$ の濃度は、夏季よりも冬季が高く、徳島は、本市及び松江に比べ変動が大きかった。

K^+ の濃度は、本市と徳島はほぼ横ばいで推移した。松江は 4～9 月はほぼ横ばいで推移し、10 月で最大となり、11 月～3 月は 2 市と比べ高い傾向がみられた。

Cl^- , Na^+ 及び Mg^{2+} の濃度は、各成分とも同様の推移がみられた。また、松江は各成分とも、10 月～3 月は 2 市に比べ大きな変動がみられた。

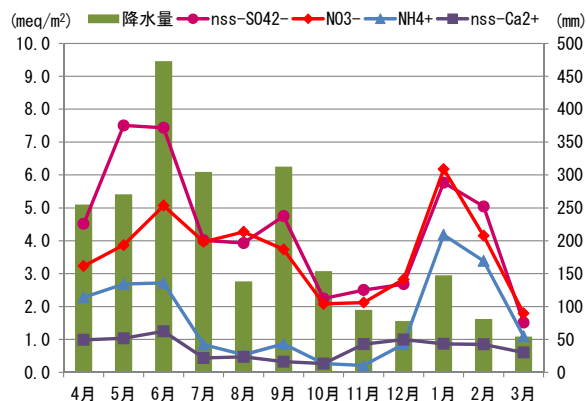


図 5 月別の降水量, $nss-SO_4^{2-}$, NO_3^- , NH_4^+ 及び $nss-Ca^{2+}$ の湿性沈着量

(2) 本市と全国の地方都市との比較

平成 28 年度の本市(以下、「本市 H28」という。)及び平成 26 年度酸性雨全国調査の 7 地点(札幌北、金沢、長野、さいたま、名古屋南、松江及び広島安佐南(以下、「本市 H26」という。))の降水量, pH 及び成分濃度の年平均値を図 7 に示す。

a 降水量

金沢が最も多く、次に本市 H28 で他は全て全国年平均値を下回り、長野が最も少なかった。

b pH

名古屋南が最も高く、次に長野が高かった。札幌北は全国年平均値付近で、他は全国年平均値より低かった。

本市 H26 が最も低かったが、本市 H28 はそれよりも高かった。

c 成分濃度

nss-SO_4^{2-} の濃度は、松江が最も高く、次に本市 H26、金沢の順に高かった。他は全国年平均値より低かった。

NO_3^- の濃度は、全国年平均値を上回った地点では、松江、さいたま、金沢、本市 H26、本市 H28、長野の順に高かった。

NH_4^+ の濃度は、全国年平均値を上回った地点では、さいたま、金沢及び松江、長野の順に高かった。

名古屋南は全国年平均値よりわずかに低く、全国年平均値より低いものは本市 H28、札幌北、本市 H26 の順に低かった。

nss-Ca^{2+} の濃度は、松江が全国年平均値を上回って最も高かった。他は全て全国年平均値より低かった。

K^+ の濃度は、全国年平均値を上回った地点は全て日本海側で、金沢、松江、札幌北の順に高かった。

全国年平均値より低かった地点は、全て内陸部及び太平洋側で日本海側と対照的であった。

Cl^- 、 Na^+ 及び Mg^{2+} の濃度は、各成分とも同様の傾向がみられた。各成分とも日本海側は、全国年平均値を上回ってとても高かった。しかし、内陸部及び太平洋側は、全国年平均値よりとても低かった。

謝 辞

快く「平成 28 年度酸性雨全国調査結果」データを提供して頂いた島根県保健環境科学研究所、徳島県立保健製薬環境センターの関係各位に対し深謝いたします。

文 献

- 1) 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き書(第 2 版)，平成 13 年 3 月
- 2) 気象庁：各種データ・資料，過去の気象データ検索，年・月ごとの平年値
- 3) 宮野高光 他：広島市における雨水成分調査(平成 27 年度)，広島市衛生研究所年報，35，127~131(2016)
- 4) 環境科学部：広島市における雨水成分調査(平成 25 年度)，広島市衛生研究所年報，33，94~96(2014)
- 5) 環境科学部：広島市における雨水成分調査(平成 26 年度)，広島市衛生研究所年報，34，90~93(2015)
- 6) 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 次酸性雨全国調査報告書(平成 26 年度)，全国環境研会誌，41(3)，2~37(2016)，http://tenbou.nies.go.jp/science/institute/region/journal/JELA_4103002_2016.pdf

表 2-1 湿性イオン成分等の加重平均濃度(平成 28 年度)

	降水量 (mm)	pH	EC (mS/m)	nss-	NO ₃ ⁻ (μmol/L)	Cl ⁻ (μmol/L)	NH ₄ ⁺ (μmol/L)	Na ⁺ (μmol/L)	K ⁺ (μmol/L)	nss-	Mg ²⁺ (μmol/L)
				SO ₄ ^{2-※2} (μmol/L)						Ca ^{2+※3} (μmol/L)	
4 月	254.1	4.76	1.16	8.9 9.4	12.7	10.2	9.0	9.3	0.8	1.9 2.1	1.6
5 月	269.8	4.58	1.72	13.9 14.6	14.3	11.3	10.0	10.8	1.1	1.9 2.2	1.6
6 月	472.1	4.78	0.99	7.9 8.0	10.7	2.4	5.8	2.1	0.3	1.3 1.4	0.6
7 月	303.8	4.70	1.13	6.6 6.8	13.1	3.0	2.8	2.9	0.3	0.7 0.8	0.6
8 月	137.2	4.36	2.50	14.3 15.1	31.1	14.1	3.9	12.6	0.5	1.7 2.0	2.5
9 月	311.8	4.66	1.20	7.6 7.9	12.0	5.5	2.8	5.0	0.3	0.5 0.6	0.7
10 月	153.0	4.66	1.34	7.3 8.1	13.6	13.0	1.7	12.2	0.3	0.9 1.1	1.4
11 月	93.9	4.51	1.81	13.3 13.8	22.6	8.2	2.2	8.7	0.8	4.6 4.7	1.6
12 月	77.2	4.42	3.32	17.4 21.5	36.6	77.9	11.1	69.1	1.8	6.5 8.0	7.8
1 月	146.6	4.37	4.40	19.7 26.8	42.1	138.3	28.5	117.0	3.3	3.1 5.6	13.4
2 月	80.4	4.32	4.15	31.4 35.3	51.6	76.7	42.1	64.8	2.8	5.3 6.7	7.8
3 月	53.5	4.62	2.15	14.1 15.7	33.5	29.1	20.5	26.1	1.8	5.7 6.2	4.5
年平均値 (加重平均)	2353.3 ※1	4.60	1.71	11.0 12.1	18.4	20.4	8.5	17.9	0.8	1.9 2.3	2.4
最小値	53.5	4.32	0.99	6.6 6.8	10.7	2.4	1.7	2.1	0.3	0.5 0.6	0.6
最大値	472.1	4.78	4.40	31.4 35.3	51.6	138.3	42.1	117.0	3.3	6.4 8.0	13.4

※1 降水量の年平均値欄には合計量(年間降水量)を記載。

※2 上段は nss-SO₄²⁻, 下段は SO₄²⁻を記載。

※3 上段は nss-Ca²⁺, 下段は Ca²⁺を記載。

表 2-2 湿性イオン成分沈着量(平成 28 年度)

	SO ₄ ²⁻	nss-SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	nss-Ca ²⁺	Mg ²⁺
	(meq/m ²)	(meq/m ²)	(meq/m ²)	(meq/m ²)	(meq/m ²)	(meq/m ²)	(meq/m ²)	(meq/m ²)	(meq/m ²)	(meq/m ²)
4 月	4.8	4.5	3.2	2.6	2.3	2.4	0.2	1.1	1.0	0.8
5 月	7.9	7.5	3.9	3.1	2.7	2.9	0.3	1.2	1.0	0.9
6 月	7.6	7.4	5.1	1.1	2.7	1.0	0.2	1.3	1.2	0.5
7 月	4.1	4.0	4.0	0.9	0.8	0.9	0.1	0.5	0.4	0.3
8 月	4.1	3.9	4.3	1.9	0.5	1.7	0.1	0.5	0.5	0.7
9 月	4.9	4.7	3.7	1.7	0.9	1.6	0.1	0.4	0.3	0.4
10 月	2.5	2.2	2.1	2.0	0.3	1.9	0.1	0.3	0.3	0.4
11 月	2.6	2.5	2.1	0.8	0.2	0.8	0.1	0.9	0.9	0.3
12 月	3.3	2.7	2.8	6.0	0.9	5.3	0.1	1.2	1.0	1.2
1 月	7.8	5.8	6.2	20.3	4.2	17.2	0.5	1.6	0.9	3.9
2 月	5.7	5.0	4.1	6.2	3.4	5.2	0.2	1.1	0.9	1.3
3 月	1.7	1.5	1.8	1.6	1.1	1.4	0.1	0.7	0.6	0.5
年間湿性 沈着量	57.0	51.9	43.3	48.1	19.9	42.2	2.0	10.8	9.0	11.3

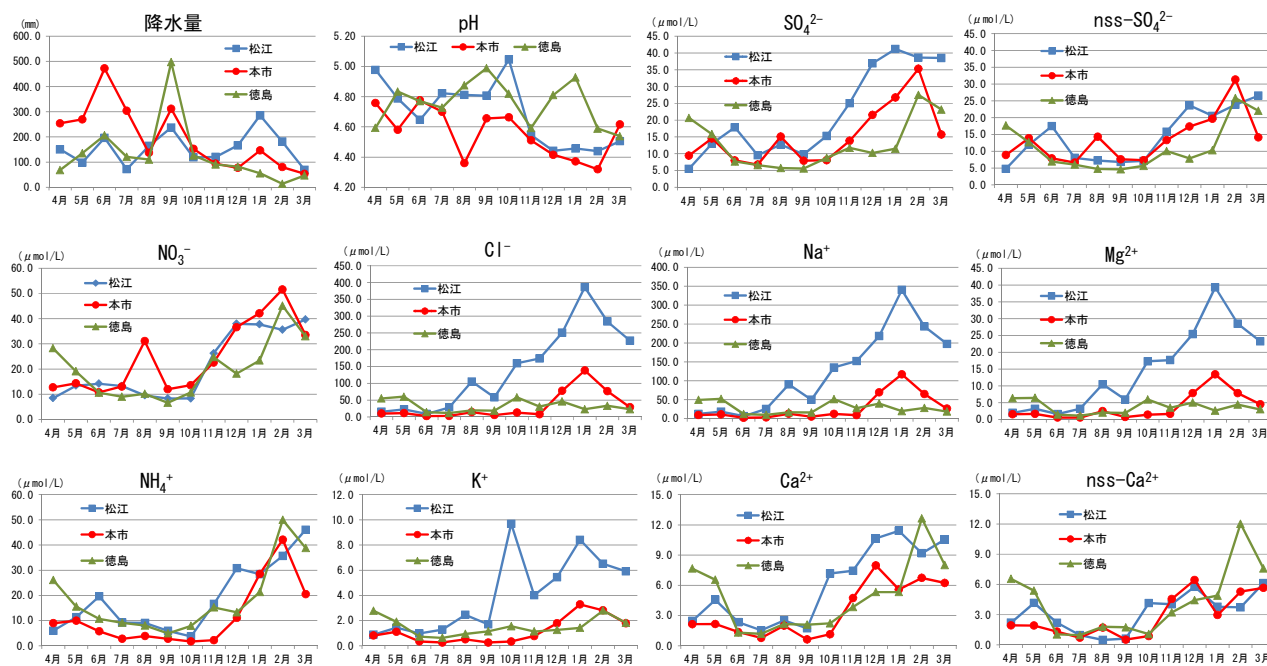
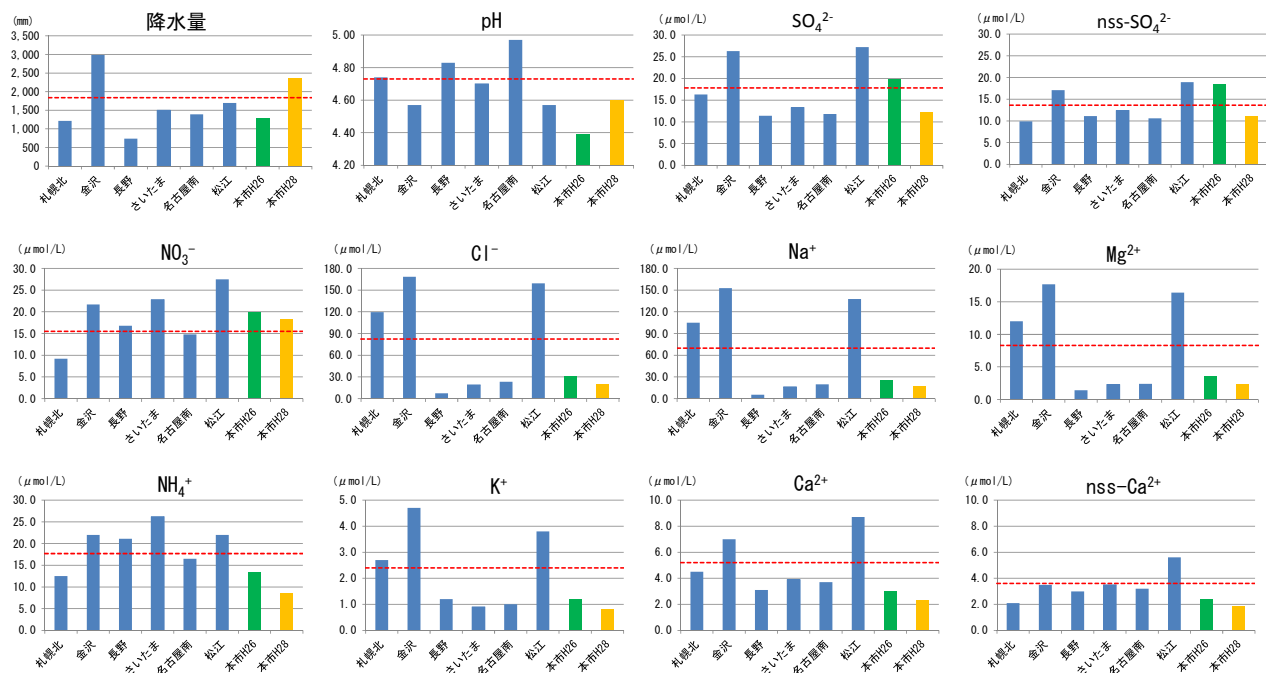


図 6 平成 28 年度の本市と松江及び徳島の月別の降水量, pH 及び成分濃度



※ グラフ内の点線は、降水量は全国年単純平均値、各成分イオンは全国年加重平均値である。

図7 本市 H28 及び 7 地点(札幌北, 金沢, 長野, さいたま, 名古屋南, 松江及び本市 H26)の降水量, pH 及び成分濃度の年平均値